QL
696
P2E85
1891
BIRDS

48 QL 696 PZE85 1891 Birds

DIE

ENTWICKLUNG DER TESTIKEL

VON

FRINGILLA DOMESTICA

VON DER

WINTERRUHE BIS ZUM EINTRITT DER BRUNFT.

INAUGURAL-DISSERTATION

DER

HOHEN PHILOSOPHISCHEN FAKULTÄT

DER

UNIVERSITÄT LEIPZIG

ZUR

ERLANGUNG DER DOKTORWÜRDE

VORGELEGT VON

FRANZ ETZOLD

AUS NEUSTADT BEI STOLPEN.

MIT EINER LITHOGRAPHISCHEN TAFEL.

LIBRARY OF CONGRESS 227643 AUG 6 1891 SMITHSONIAN

LEIPZIG

WILHELM ENGELMANN

1891.

(Separat-Abdruck aus: Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie. Bd. LII. 1. Heft.)

In Bezug auf den Geschlechtsapparat der Thiere lassen sich nach Zeit und Art seines Funktionirens folgende zwei Gesetze aufstellen: Erstens schließt die Entwicklung dieses Apparates diejenige des ganzen Thieres ab, und zweitens funktionirt derselbe nicht gleichmäßig, sondern zeigt Maxima und Minima, abwechselnde Funktionsfähigkeit und Stillstand, bez. Rückbildung. Das erste Gesetz ist selbstverständlich, bringt doch das Geschlechtsleben Ausgaben mit sich, die nur bestritten werden können, wenn durch die fertige Ausbildung der ernährenden Organe mit allen ihren Hilfs- und Nebenapparaten die Möglichkeit gegeben ist, derartige Verluste zu ersetzen; setzt doch das Wachsthum über das Individuum hinaus nothwendig voraus, dass vor Allem letzteres selbst existenzfähig ist. Was das zweite der allgemeinen Gesetze anlangt, so fallen darunter die als »Brunft« allgemein bezeichneten Erscheinungen. Wenden wir uns speciell den höheren Thieren zu, so finden wir, dass weitaus in den meisten Fällen nur zu gewissen Zeiten des Jahres der Geschlechtstrieb erwacht. Mit allen Kräften und Mitteln, durch rohe Gewalt, durch äußere Schönheit, durch Anlegung von Schmuck, durch musikalische Leistungen der verschiedensten Art sucht in diesen Perioden das Männchen sich das Weibchen geneigt zu machen, und letzteres duldet gern die geschlechtliche Vereinigung, gegen die es sich sonst energisch sträubt.

Groß sind die Verschiedenheiten in Bezug auf die Dauer der Brunft. Im extremsten Falle nach der einen Seite genügt ein geschlechtlicher Akt zur Befriedigung der Brunftgefühle, hier und da sehen wir auch ein intensives Geschlechtsleben kurze Zeit, vielleicht

wenige Tage auftreten. Weiter hält sich bei manchen Thieren die Brunft auf ziemlich gleicher Höhe während eines guten Theiles des Jahres, um endlich auch zu Fällen zu führen, in denen das Männchen während der ganzen Zeit seiner vollen Entwicklung zeugungsfähig ist. Diese Unterschiede in der Brunftdauer sind namentlich augenfällig in der Klasse der Vögel. Im Allgemeinen lassen sich bekanntlich die Vögel in monogamisch und polygamisch lebende eintheilen, und daraus lässt sich schon schließen, dass die Brunftdauer verschieden sein muss. Die Polygamie hat zur nothwendigen Voraussetzung eine längere Funktionsfähigkeit, während die Monogamie, in der das Männchen meist auch weitere Pflichten, wie die der Brutpflege etc. hat, auf eine kurze Brunftperiode hindeutet. In strengster Monogamie leben die meisten Fringilliden, und bei diesen sehen wir auch das Geschlechtsleben sich in den auffälligsten Extremen bewegen: erst vollständige Gleichgültigkeit gegenüber dem anderen Geschlecht, dann paarweises Zusammenthun, Bau des Nestes, und auf einmal ein Geschlechtsleben von einer Intensität, die geradezu sprichwörtlich geworden ist, dann gemeinsame Brutpflege und gegen den Herbst hin wieder absolute Indifferenz.

Herr Geheimrath Professor Dr. Leuckart wies mich auf diese eigenthümlichen Erscheinungen hin und forderte mich auf, die histologischen Verhältnisse des Hodens dieser Vögel zu untersuchen, in denen der morphologische Grund jener Lebenserscheinungen zum Ausdruck kommen müsse. Es ist mir eine angenehme Pflicht, meinem verehrten Lehrer auch an dieser Stelle meinen lebhaften Dank auszusprechen für die vielseitige Anregung und Unterstützung, welche er mir jeder Zeit zu Theil werden ließ.

Untersuchungsobjekte und -methoden.

Als Untersuchungsobjekte dienten mir fast ausschließlich Hoden von Fringilla domestica, weil diese am leichtesten zu haben sind, dann auch, weil sich der Thierfreund nur schwer entschließen wird, andere Singvögel in größerer Zahl zu tödten und es bei meinen Studien gerade darauf ankam, eine fortlaufende Suite von Hoden aus der Winterzeit bis in den Sommer hinein zu erlangen. Ich tödtete also jede Woche vom December bis in den Mai ein bis zwei Sperlingmännchen und unterwarf ihre Hoden nach der verschiedensten Richtung hin einer genauen Untersuchung; theils wurden die äußeren Verhältnisse festgestellt, Wägungen, Volumenbestimmungen etc. gemacht, theils auch wurden sie für die mikroskopische Untersuchung präparirt. In letzterer Beziehung habe ich mit allen möglichen Reagentien gearbeitet, habe Sublimat, Pikrin-Schwefelsäure, Flemming'sche Lösung, Alkohol zum

Fixiren verwendet und dann mit allen modernen und älteren Färbemitteln tingirt. Wenn ich später hauptsächlich Sublimat zum Fixiren und Hämatoxylin nach Böhmer zum Färben benutzte, so geschah es, weil ich mit diesen beiden Mitteln vollständig befriedigende Resultate erhielt. Der einzige Nachtheil, den mir das Sublimat zu haben schien, war der, dass das Protoplasma etwas schrumpfte, doch wird man in keinen Fehler desswegen verfallen, wenn man Präparate aus Flemming-scher Lösung zum Vergleich verwendet. Das Chromosmiumessigsäuregemisch scheint mir übrigens die Protoplasmakontouren wieder etwas zu stark zu markiren. Lange konnte ich mich nicht recht mit Isolationspräparaten befreunden, dieselben sind aber doch absolut nothwendig zur Prüfung der an Schnitten gewonnenen Resultate, und wenn man frisches oder auch fixirtes und gefärbtes Material benutzt, so kommt man nach einiger Übung zu ganz verständlichen Bildern. Die hauptsächlichste Methode dürfte immer in der Anfertigung von Schnittserien zu finden sein, ich habe denn auch sehr viel geschnitten, meistentheils den ganzen Hoden in 0,02—0,005 mm dicke Schnitte zerlegt und dieselben in ununterbrochener Reihenfolge zu Dauerpräparaten verwendet, so dass mir beispielsweise von einem reifen Hoden über 1200 Schnitte vorliegen.

Litteratur.

Einzelne Notizen über Lage der Vogelhoden etc. finden sich natürlich in jedem Zoologiehandbuch, aber ausführlichere Bearbeitungen liegen fast gar nicht vor.

Schon Aristoteles[1] sagt, »die Vögel haben zwar Hoden, sie haben sie aber inwendig nach den Lenden hin«, und ferner, »wie bei den Fischen zur Zeit der Begattung der Same vorhanden erscheint und die Gänge sehr sichtbar sind, und wenn die Zeit vorüber ist, auch manchmal die Gänge unsichtbar werden, so sind auch bei den Vögeln, ehe sie sich begatten, die Hoden klein oder gänzlich unsichtbar, werden aber, wann sie sich begatten, sehr groß; am deutlichsten zeigt sich dies bei den Ringeltauben und Rebhühnern, und Manche glauben desshalb, dass diese im Winter keine Hoden haben«. Im fünften Buche erwähnt Aristoteles noch, dass die Begattung beim Sperling sehr schnell erfolgt.

Nach diesen, mehr der Kuriosität halber angeführten Notizen wurde die Kenntnis des Vogelhodens nicht erheblich gefördert; bis Tannenberg[2] eine sehr gute und sorgfältige Dissertation über den Geschlechtsapparat

[1] Aristoteles, Thiergeschichte, herausgeg. von C. N. v. Osiander u. G. Schwab. Stuttgart 1856. III. Buch.

[2] Tannenberg, Spicilegium observationum circa partes genitales masculas avium. Göttingen 1789.

der Vögel schrieb. Tannenberg untersuchte die Größenverhältnisse der Hoden in den verschiedenen Jahreszeiten und sagt darüber: tempore verno et omnino, quo genus propagare suum avis studet, vesiculae seminales omnesque partes, quibus ad generationem opus, tument turgentque, autumnali vero et hiemali illae quidem ita constringuntur et coarctantur, ut vestigia earum vix reperire possis. Ihm fiel eben so wie schon Aristoteles auf, dass namentlich dort enorme Größenzunahme zu finden ist, wo der Coitus öfter vollzogen wird, wie beim Sperling, während ein nicht häufiger Coitus auf verhältnismäßig geringe Größenzunahme der Hoden hindeutet. Weiter konstatirt Tannenberg, dass der linke Hoden an Länge und Größe stets den rechten übertrifft und findet bei einem Gallus indicus Pigment im Hoden. Was allerdings seine Bemerkung über den Bau des Hodens anlangt, so haben uns die moderne Technik und die jetzt gebräuchlichen optischen Hilfsmittel zu einer abweichenden Meinung gebracht, er sagt nämlich: Multa egregia experimenta, quae de avium testibus Monro fecit, omnem eorum structuram tam praeclare plenoque declarant, ut nihil eis addere possim novi. Übrigens sah er die drüsige Struktur des Hodens sehr gut, machte Quecksilberinjektionen, ließ maceriren, und untersuchte mit bewaffnetem Auge ductus flexuosos tenuissima cellula inter se conjunctos et per minutissimas testium partes dispersos.

Leydig[1] sagt, das Gerüst des Hodens sei wie bei den Knochenfischen ein Fächerwerk aus Bindesubstanz, welches rundlich polygonale Hohlräume abschließt, in denen dann die Sekretionszellen liegen, demnach dürften keine länglichen geschlängelten Blinddärmchen vorliegen, sondern nur blasige, zusammenmündende Räume. Er weist auf den Haushahn und Fringilla chloris hin.

Leuckart[2] wog die Hoden des Sperlings und fand im Januar 0,003 und im April 0,575 g, so dass also das Gewicht auf das 192fache herangewachsen sein würde.

Was die Histologie des Hodens anlangt, so sind hin und wieder Notizen zu finden.

Ecker[3] bildet in seinen Icones physiologicae die Entwicklung der Samenfäden vom Hahn ab und bemerkt dazu, dieselbe erfolge wie beim Hund in Bläschen, also in dem Sinne Kölliker's[4], der die Entwicklung der Samenkörper in Bläschen als Gesetz statuirt.

[1] Leydig, Untersuchungen zur Anatomie und Histologie der Thiere. 1883.

[2] Todd, Cyclopaedia of anatomy and physiology. Vol. IV. 1849. — Leuckart, Zeugung. Wagner's Handbuch der Physiologie. Bd. VI. 1853.

[3] Ecker, Icones physiologicae. Leipzig 1851—1859 bei Voss.

[4] Denkschriften der allgemeinen Schweizer Gesellschaft für die gesammten Naturwissenschaften. Bd. VIII. Neuenburg 1847.

de La Valette St. George[1] dehnte seine Ansicht von der Spermatozoenentwicklung in Spermatogemmen und von dem Vorkommen von »Follikelzellen« im Hoden auch auf die Vögel aus.

Schweigger-Seidel[2] bildet die Singvogelspermatozoen ab, eben so Helmann[3] mit korkzieherartig $2^1/_2$ mal gewundenen Köpfen und 0,084—0,085 mm langen Schwänzen.

A. v. Brunn[4] konstatirt bei den Vögeln den Übergang der runden Hodenzellen in Spermatozoen, er sieht die frühen Stadien der Samenfäden frei liegen, während die späteren zu Bündeln vereinigt sind, »ein Vorkommen, welches entschieden für die Merkel'sche Stützzellentheorie spricht und welches ich mir auch nicht anders wie durch Annahme derselben erklären kann«.

v. Wiedersberg[5] bildet Kerntheilungen aus dem Hoden des Auerhahns ab.

Benda[6] sagt, dass sich bei Vögeln eben so wie bei den Säugethieren die »Samenbildner« (Spermatiden) mit den »Fußzellen« (Stützzellen oder Sertoli'schen Zellen) kopuliren und dass dann erst ihre Weiterentwicklung erfolgt. Ein ausführlicher Nachweis für die Klasse der Vögel von ihm steht meines Wissens noch aus.

Aus den angeführten Notizen ist ersichtlich, dass meist zwei Arten von Zellen im Hoden der Vögel jetzt angenommen werden. Weitere vergleichende Hinweise auf die Litteratur werde ich bei der Besprechung des funktionirenden Kanälchens geben.

Eigene Untersuchungen.

Meine Aufgabe zerfällt naturgemäß in zwei Theile, indem man 1) die allmähliche Entwicklung der Hoden mit Maßstab und Wage Schritt für Schritt verfolgt, und 2) mit Hilfe des Messers und Mikroskops die histologischen Bildungsprocesse feststellt.

I. Maßbestimmungen am sich entwickelnden Hoden von Fringilla domestica.

Öffnet man einen gegen Anfang des Jahres, also im tiefsten Winter getödteten Sperling, so hat man oft Mühe, die Hoden zu entdecken, so klein und unscheinbar liegen sie am Vorderende der Nieren, allmählich,

[1] Archiv für mikr. Anat. Bd. I. 1865.

[2] Archiv für mikr. Anat. Bd. I. 1865.

[3] Über die Entwicklung der Spermatozoen der Wirbelthiere. Inaug.-Diss. Dorpat 1879.

[4] Archiv für mikr. Anat. Bd. XXIII. 1884.

[5] Archiv für mikr. Anat. Bd. XXV.

[6] Anatomischer Anzeiger. II. Jahrg. Nr. 12. Jena 1887.

schon im Januar und weiter im Februar wachsen sie heran und erreichen im März oder bei ungünstigen Witterungsverhältnissen im April und Mai ihre Maximalgröße. Bald fast vollkommen kugelig, meist aber elliptisch, bohnenförmig, verdrängen sie alsdann geradezu die Eingeweide und fallen weißgelb glänzend sofort in die Augen. Der Unterschied in der Farbe, matt, braungelblich im Winter und weißglänzend im Sommer, wurde schon von TANNENBERG hervorgehohen.

Interessant und die Mächtigkeit der Anschwellung vortrefflich illustrirend ist folgende Tabelle, welche das Gewicht der Hoden einzeln und ihr Gesammtgewicht in ca. 10tägigen Intervallen enthält.

Datum	Linker Hoden	Rechter Hoden	Gesammtgewicht
2. Januar	0,001 g	0,0009 g	0,0019 g
12. »	0,0017 »	0,0015 »	0,0032 »
22. »	0,003 »	0,002 »	0,005 »
2. Februar	0,0038 »	0,0035 »	0,0073 »
11. »	0,006 »	0,004 »	0,010 »
22. »	0,0065 »	0,0055 »	0,012 »
2. März	0,005 »	0,004 »	0,009 »
2. »	0,012 »	0,010 »	0,022 »
18. »	0,020 »	0,021 »	0,041 »
22. »	0,037 »	0,027 »	0,064 »
22. »	0,013 »	0,008 »	0,021 »
29. »	0,018 »	0,013 »	0,031 »
6. April	0,09 »	0,08 »	0,17 »
16. »	0,124 »	0,118 »	0,242 »
26. »	0,165 »	0,159 »	0,324 »
30. »	0,209 »	0,204 »	0,413 »
30. »	0,301 »	0,298 »	0,599 »
12. Mai	0,321 »	0,318 »	0,639 »
12. »	0,100 »	0,090 »	0,190 »

Man sieht aus dieser Tabelle, dass das Gewicht der Hoden im extremsten Falle auf das 336fache gestiegen ist und darf daher in runder Zahl annehmen, dass der funktionirende Hoden 300mal so viel wiegt, als der ruhende. Weiter lehrt die Tabelle, dass der linke Hode in der Regel etwas schwerer ist als der rechte, demnach auch größer erscheinen wird, was schon von TANNENBERG hervorgehoben wurde; ein einziges Mal (18. März) fand sich der rechte Hode schwerer als der linke. Diese Gewichtsdifferenz wird relativ immer geringer, der linke Hode vom 12. Mai ist 321 mal schwerer als der vom 2. Januar, während der rechte von demselben Tage 353 mal schwerer ist als der vom 2. Januar, demnach wächst der rechte Hode stärker. Schließlich zeigt die Tabelle noch, dass große Verschiedenheiten des Gewichts bei den verschiedenen Individuen vorkommen, so ist am 22. März das Gesammtgewicht der Hoden bei dem einen Thier 0,064, beim anderen 0,021,

am 12. Mai beim einen 0,639, beim anderen 0,19, ein Faktum, welches jedenfalls in ungünstigen Ernährungsverhältnissen seinen Grund hat.

Wägungen ganzer Thiere ergaben im Winter ein mittleres Rohgewicht von 32 g und während der Reifezeit ein solches von 30,5 g, so dass man 31 g als Durchschnittsgewicht für die ganze von uns zu beschreibende Periode in Anspruch nehmen darf. Man sieht, dass, während das Körpergewicht fast ganz gleich geblieben ist, das Gewicht der Hoden sich um das 300fache vermehrt hat. Die Berechnung ergiebt, dass die Hoden im Winter bei einem mittleren Gewicht von 0,002 g 0,00062% des Körpergewichts ausmachen, während sie in der Reifezeit 0,6 g wiegend, 1,93% also beinahe 2% der Körpermasse für sich in Anspruch nehmen.

Für die Ausdehnung des Hodens nach Länge, Breite und Höhe lassen sich nicht wohl Durchschnittsmaße angeben, da hierin die größten Schwankungen vorkommen. Die ruhenden Hoden sind nahezu rund und ihr Durchmesser schwankt zwischen 0,75—0,80 mm. Wächst nun der Hoden heran, so ändert er seine Gestalt oft nicht unwesentlich: er wird länglich, elliptisch, etwas flach gedrückt, bohnenförmig oder bleibt auch nahezu kugelig. Im extremsten Falle habe ich 11,9 und 8 mm gemessen, doch fanden sich auch thätige Hoden, die 8, 6 und 5 oder auch 8, 7, 5 und 7 mm maßen. Man dürfte demnach vielleicht 10 : 8 : 7 als mittlere Zahlen für die Ausdehnung des secernirenden Hodens nach Länge, Breite und Höhe in Millimeter annehmen, daraus würde hervorgehen, dass die Testikel etwa auf das Zehnfache nach den drei Dimensionen des Raumes hin anschwellen.

Weiter suchte ich das Volumen des ruhenden und thätigen Hodens zu ermitteln. Ich verwendete dazu das Gewicht des Wassers, welches je ein Hode in einem 100 ccm fassenden Gefäß verdrängte. Für die kleinsten Hoden war diese Methode natürlich nicht durchführbar, dieselben wurden einfach als Kugeln bestimmt und ergaben bei einem größten Querschnittsdurchmesser von 0,8 mm nach $^4/_3 r^3 \pi$ einen Inhalt von

0,268 cmm.

Einer der größen Hoden verdrängte 0,302 g Wasser und muss demnach genau so viel ccm Inhalt haben, sein Volumen beträgt also, um die Brüche zu vermeiden

302 cmm.

Hieraus ergiebt sich, dass das Volumen der Hoden von der Winterruhe bis zu einer Funktionsperiode auf das

1127fache

steigt.

Weiter kann man fragen, in welchem Verhältnis die secernirende Fläche des funktionirenden Hodens zur Gesammtfläche der Hodenkanälchen im Winter steht. Zur Beantwortung dieser Frage nehmen wir den mittleren Durchmesser eines Kanälchens und das Volumen des ganzen Hodens zu Hilfe. Vermittels des Mikrometers lässt sich leicht feststellen, dass ein Kanälchen des ruhenden Hodens einen Durchmesser von

0,0404 mm

hat, während das funktionirende Kanälchen in dieser Beziehung

0,444 mm

ergiebt, woraus die Thatsache folgt, dass auch der Kanälchendurchmesser vom Winter bis zur Fortpflanzungszeit um das Zehnfache zunimmt. Um nun diese Maße zusammen mit den für das Volumen erhaltenen Resultaten zu einer Berechnung der Kanälchenfläche zu verwenden, wurde ein Hodenquerschnitt des ruhenden Hodens mit Hilfe der Camera lucida gezeichnet und zwar in 170facher Vergrößerung auf mit Quadratmillimetereintheilung versehenes Papier. Durch Auszählen erhielt ich dann, wie viel qmm auf die verschiedenen Kanälchenschnitte und wie viel auf den ganzen Querschnitt kommen, während die Differenz beider für das Bindegewebe in Anspruch genommen werden musste. Ich zählte

5606 qmm Kanälchenfläche

11270 qmm Querschnittsfläche des ganzen Hodens, demnach

5664 qmm Bindegewebsschnittfläche.

Vom thätigen Hoden wurde ein Schnitt bei 72facher Vergrößerung gezeichnet, sodann wurde von der Zeichnung Alles ausgeschnitten, was auf Kanälchenschnitte und Alles, was auf Bindegewebsschnitte kam. Hierauf wurden 60 qcm des Papiers gewogen und dafür ein Gewicht von 0,7356 g ermittelt.

Ferner erhielt ich für

die Bindegewebsausschnitte 1,8937 g,
die Kanälchenausschnitte 11,5123 g.

Daraus erhält man

1) $0{,}7356 : 1{,}8973 = 60\ x,$

$$x = \frac{1{,}8937 \cdot 60}{0{,}7356} = 154{,}46 \text{ ccm},$$

2) $0{,}7356 : 11{,}5123 = 60\ x,$

$$x = \frac{11{,}5123 \cdot 60}{0{,}7356} = 939{,}013 \text{ ccm},$$

d. h. es waren auf dem gezeichneten Querschnitte 154,46 qcm vom Bindegewebe und 939,013 qcm von den verschiedenen Kanälchenschnitten eingenommen.

Wenn wir uns die gezeichneten 0,01 mm starken Schnitte körperlich vorstellen, so werden sie annähernd Cylinder mit 0,01 mm Höhe darstellen. Jeden dieser Cylinder können wir uns zerlegt denken in je zwei Cylinder, von denen allemal der eine zur Grundfläche die gesammte Kanälchenschnittfläche, der andere die gesammte Bindegewebsschnittfläche hat, während die Höhe beider dieselbe ist. Cylinder von gleicher Höhe verhalten sich wie ihre Grundflächen. Demnach verhält sich im Winter im einzelnen Schnitt das Bindegewebe zur Kanälchenmasse wie 5664 : 5606 und im Sommer wie 154,46 : 939,013; d. h. es ist im Winter im Fringillidenhoden nahezu eben so viel Bindegewebe vorhanden wie Kanälchenmasse, während letztere im Sommer das Sechsfache der ersteren beträgt.

So wie sich das Bindegewebe in dem einzelnen Schnitt zur Kanälchenmenge verhält, so wird es sich natürlich auch im ganzen Hoden zu letzterer verhalten und da wir oben das Hodenvolumen ermittelt haben, so können wir nun leicht berechnen, wie viel von dem Totalinhalt der Hoden auf die Kanälchen kommt.

Wir fanden für den ruhenden Hoden 0,268 cmm Inhalt, davon würden nach Obigem auf die Kanälchen die Hälfte, also

0,134 cmm

kommen.

Der producirende Hode ergab 302 cmm Inhalt, den Antheil der Kanälchen hieran erhält man durch folgendes Exempel:

$$(939{,}013 + 154{,}46) : 939{,}013 = 302 : x$$

$$x = \frac{939{,}013 \cdot 302}{939{,}013 + 154{,}46} = 259{,}346 \text{ cmm.}$$

Wir haben den Durchmesser des Hodenkanälchens im Winter- und Sommerhoden gemessen, haben eben gefunden, dass in ersterem 0,134 cmm und im zweiten 259,346 cmm Kanälchenmenge vorhanden sind und sind dadurch in der Lage, berechnen zu können, wie lang ein Kanälchen sein muss, welches dasselbe Volumen besitzt, wie die im Hoden bekanntlich verästelt vorliegenden Kanälchen. Das Volumen eines Cylinders ist gleich Grundfläche mal Höhe, daher die Höhe gleich dem Volumen dividirt durch das Produkt aus dem Quadrat des Radius und π, folglich

$$1)\ h = \frac{0{,}134}{0{,}02^2 \cdot 3{,}14159} = 106{,}634 \text{ mm},$$

$$2)\ h = \frac{259{,}346}{0{,}222^2 \cdot 3{,}14159} = 1675{,}037 \text{ mm}.$$

Der Winterhoden enthält also so viele Kanälchen, dass sie alle zusammen 106,634 mm messen, während der thätige Hoden an Kanälchen 1675,037 mm aufweist.

Aus Radius und Höhe können wir endlich leicht den Mantel des Cylinders, also die Kanälchenfläche ermitteln, es ist

$$F = 2\,r\,\pi\,h.$$

Also ist für den Winterhoden die Kanälchenfläche.

$$F = 2.0{,}02.3{,}14159.106{,}634 = 13{,}4 \text{ qmm}$$

und für den Sommerhoden

$$F = 2.0{,}222.3{,}14159.1675{,}037 = 2336{,}452 \text{ qmm}.$$

Demnach nehmen die Hodenkanälchen alle zusammen um das

$$\frac{1675{,}037}{106{,}634} = 15{,}7 = \text{ca. 16fache an Länge}$$

und an Fläche um das

$$\frac{2336{,}452}{13{,}4} = 174{,}36 = \text{ca. 175fache zu.}$$

Die Resultate aller dieser Beobachtungen und Berechnungen lassen sich in folgende Tabelle zusammenfassen:

	Winterhoden	Brunfthoden	Zunahme
Gewicht	0,002 g	0,6 g	um das 300fache
Procent vom Körpergewicht	0,00001%	2%	
Maß nach Länge, Breite u. Höhe	0,75—0,80 mm	10 : 8 : 7 mm	um das 10fache
Volumen	0,268 cmm	302 cmm	um das 1125fache
Kanälchendurchmesser	0,04 mm	0,4 mm	um das 10fache
Kanälchenlänge	106 mm	1675 mm	um das 16fache
Kanälchenfläche	13 qmm	2300 qmm	um das 175fache

In der That, wenn wir diese Ergebnisse betrachten, dürfen wir uns nicht wundern, dass das Geschlechtsleben des Sperlings eine Intensität erreicht, die schon längst sprüchwörtlich geworden ist. Ich hatte Gelegenheit zu beobachten, dass ein Sperling in einem Falle in 6 Minuten 13mal, in einem anderen während derselben Zeit 11mal den Coitus vollzog.

Besonderes Interesse erwecken noch Vergleiche mit anderen Objekten. Mir liegt Vierordt: »Anatomische, physiologische und physikalische Daten und Tabellen zum Gebrauch für Mediciner« vor und ich finde darin in Bezug auf die menschlichen Hoden folgende Angaben: Das mittlere Gewicht der Hoden beträgt 48 g bei Erwachsenen, 0,8 g bei Neugeborenen[1] und macht im ersteren Falle 0,08%, im letzteren 0,037% vom Körpergewicht aus. Während der Gesammtkörper um

[1] Was die Hoden junger Sperlinge anlangt, so will ich nicht unterlassen zu erwähnen, dass ich für sie bei halbflüggen Thieren durch fünf Wägungen ein mittleres Gewicht von 0,003 g gefunden habe. Daraus folgt, dass in der Mehrzahl der Fälle diese juvenilsten Hoden ein höheres Gewicht besitzen als die in absoluter Ruhe sich befindenden erwachsener Thiere.

das 19fache zunimmt, nehmen die Hoden um das 60fache zu. Das Volumen der reifen Hoden beträgt 14—24 qcm, im Mittel also 19 qcm, ein Samenkanälchenquerschnitt misst 0,2 mm, die Gesammtlänge der Samenkanälchen beträgt 276—341 im Mittel also 308 m, ihre innere Fläche misst 867—2142, im Mittel also 1500 qcm.

Um den direkten Vergleich zu ermöglichen, berechne ich Virchow's Angaben und die von mir auf 1 kg Körpergewicht und finde, dass darauf kommen:

	Beim Menschen		Beim Sperling	
	Neugeboren	Erwachsen	im Winter	im Sommer
An Hodenvolumen		0,29 ccm	0,009 ccm	9,742 ccm
An Hodensubstanz	0,24 g	0,74 g	0,06 g	19 g
An Hodenkanälchen		4,74 m	3,42 m	54,032 m
An Hodenkanälchenfläche		23,08 qcm	0,449 qcm	74,194 qcm

Diese Tabelle ist sehr lehrreich, man sieht daraus, dass der Sperling, was seine Testikel anlangt, im Winter dem Menschen in jeder Beziehung nachsteht, ja dass dieselben relativ selbst leichter sind als die des Neugeborenen, dass dagegen während der Brunftzeit relativ das Hodengewicht beim Sperling ca. 25mal, das Volumen ca. 24mal, ihre Kanälchenlänge ca. 12mal und die Kanälchenfläche ca. 3mal so groß ist als beim Menschen.

Würde der Mensch einen eben so stark entwickelten Genitalapparat haben, als der Sperling, so müssten, wenn sein mittleres Körpergewicht 65 kg beträgt, seine Testikel bei einem Inhalt von 0,8 Liter, einem Gewicht von 2,5 Pfund Kanälchen von 3500 Meter Länge enthalten und damit würde das Scrotum monströse Dimensionen erhalten.

Anhangsweise möchte ich noch zwei Beobachtungen erwähnen, die ich in Bezug auf diese Verhältnisse an anderen Thieren zu machen Gelegenheit hatte. Um den Penis zu untersuchen, tödtete ich im Mai einen Enterich (Anas boschas) und fand Hoden von 8 cm Länge, 4,5 cm Breite und 4 cm Höhe. Dieselben Verhältnisse fand ich Ende September 1888 an den Hoden eines ohne Aufbruch 260 Pfund wiegenden Zehnenders (Cervus elaphus), der also gerade während der Brunftzeit geschossen worden war. Gewiss ein eklatantes Beispiel für die im Verhältnis zu den Säugethieren enorme Entwicklung des Geschlechtsapparates der Vögel zur Zeit der Brunft.

II. Histologische Untersuchung des sich entwickelnden Hodens von Fringilla domestica.

A. Beschreibung der Entwicklung bis zur Reife.

So reichhaltig die Litteratur über den funktionirenden Hoden ist, eben so dürftig sind die Notizen, welche über die allmähliche Entwicklung dieses Organs vorliegen. Mir ist nicht eine Arbeit bekannt geworden, welche in lückenloser Aufeinanderfolge die einzelnen Bildungsstadien des Säugethier- und Vogelhodens, welche histologisch einander so nahe stehen, beschriebe. Was die zelligen Elemente der thätigen Testikel anlangt, so sind dieselben hinsichtlich ihrer Abstammung und Bestimmung noch immer überaus strittig und daraus erklärt sich zum guten Theil die so sehr verschiedene Nomenclatur. Da ich chronologisch vorgehe und die vielen vorhandenen Namen sich eben bloß auf den samenbildenden Hoden beziehen, so scheint es mir angebracht, die nach und nach erscheinenden Zellarten von differentem Bau vorläufig bloß nach dem Alphabet zu bezeichnen und erst dann mich für eine Nomenclatur zu entscheiden, wenn das Bild des fertigen Samenkanälchens einen Vergleich mit den schon vorhandenen Beschreibungen gestattet.

Mustert man die Schnitte durch den Hoden eines etwa im December oder Januar getödteten Sperlings, so erblickt man allenthalben dasselbe sehr einfache Bild. Es bedarf kaum der Erwähnung, dass man an Schnittpräparaten nur da einen genauen Einblick in die Strukturverhältnisse des Hodens bekommen kann, wo ein Samenkanälchen gerade in seiner Längsachse durchschnitten ist, denn in Querschnitten liegen oft Zellen direkt über einander, die nicht von einander abstammen, aber eben durch diese Lage ein derartiges Verhältnis vortäuschen. Betrachten wir nun das Bild des ruhenden Kanälchens genauer, so finden wir, dass in demselben zwei Arten von Zellen deutlich zu unterscheiden sind, ich bezeichne dieselben aus den oben angeführten Gründen vorläufig als Zellen *A* und Zellen *B*, bis ich in die Lage komme, sie mit bereits von anderen Autoren beschriebenen zu identificiren. Manchmal liegen beide Zellenarten einfach alternirend und zwar die Zellen *B* dicht an der Kanälchenwand, die Zellen *A* etwas abgerückt, oft aber liegen auch zwei oder drei Zellen *A* neben einander, ehe wieder eine Zelle *B* sichtbar wird.

Was zunächst die Zellen *A* und zwar deren Kerne anlangt, so sind dieselben zumeist kreisrund und wenn sie etwas elliptisch erscheinen, so steht ihre längere Achse senkrecht zur Kanälchenwand. Der Umriss eines solchen Kernes hebt sich wenig scharf von seiner Umgebung ab,

demnach dürfte die Membran sehr dünn sein, der ganze Kern erscheint hell, ein dürftiges Gerüst von chromatischer Substanz durchzieht ihn in unregelmäßigster Weise, hin und wieder speichert sich dieses Chromatin zu etwas gröberen Massen an und ein oder mehrere, besonders große, dunkle Ballen, die augenscheinlich mit dem übrigen Netzwerk in Verbindung stehen, dürften wohl als Nucleolen zu deuten sein, wie denn auch Flemming[1] »ein bis mehrere mattglänzende« Nucleolen in den Hodenepithelzellen von Salamandra findet. Alles, was sich sonst noch über diese Kerne sagen ließe, dürfte kaum dazu dienen, ihr Bild eigenartiger erscheinen zu lassen, man vergleiche die Abbildungen bei Flemming und Rabl, lese nach, was diese Autoren über die Eigenthümlichkeiten von Drüsenepithelzellen im Zustande absoluter Ruhe sagen und wird Alles und sonst nichts mehr an unseren Kernen wiederfinden. Wir haben also die Kerne der Zellen *A* einfach als Kerne von in vollständiger Ruhe befindlichen Drüsenepithelzellen aufzufassen. Eben so einfach wie der Kern ist der übrige Theil der Zellen *A*: ein lichter, schmaler Hof direkt um den Kern und weiterhin ein sehr wenig tingirter, meist nach dem Lumen zu dickerer und dadurch den Kern in excentrischer Lage zeigender Mantel von Protoplasma. Die Dicke dieses Mantels in der Kanälchenlängsrichtung ist nicht bedeutend, so dass der Durchmesser der ganzen Zelle in dieser Richtung kaum um ein Drittel größer ist als der des bloßen Kernes. Von einer besonderen Struktur des Protoplasmas vermochte ich mit den mir zu Gebote stehenden Hilfsmitteln nichts zu entdecken.

Die Zellen *B* haben einen im Querschnitt bald elliptischen, bald rundlichen, meist aber einen abgerundet dreieckigen Kern, dessen eine Seite im letzteren Falle parallel zur Kanälchenwand verläuft. Derselbe ist meist erheblich (etwa um ein Drittel) kleiner als der Kern der Zellen *A*. Seine scharfen Kontouren deuten auf eine ziemlich derbe Membran hin und die Gleichmäßigkeit, mit der er vom Hämatoxylin in ziemlich hellem Tone gefärbt ist, beweist eine dichte Vertheilung der chromatischen Substanz in feinen Fasern. In dieses zarte Chromatingerüst sind ein oder mehrere gröbere, außerordentlich dunkel tingirte Massen, von denen in letzterem Falle meist eine durch ihre Größe besonders auffällt, eingelagert; man hat dieselben wohl wie bei den Zellen *A* als Nucleolen aufzufassen. Wie die Kerne der Zellen *A*, so zeigen auch die von *B* überall genau das gleiche Bild, und zwar, abgesehen von der meist eben nicht runden oder wenigstens bloß rundlichen Form, dasjenige, welches den in absoluter Ruhe sich befindenden Kernen eigenthümliche ist. Umgeben werden diese letzteren Kerne von einem

[1] W. Flemming, Zellsubstanz, Kern und Zelltheilung. Leipzig 1882. p. 143.

außerordentlich schmalen, lichten Hof und weiterhin von Protoplasma in höchst sonderbarer Vertheilung. Zunächst legt sich nämlich das Protoplasma mit seiner breitesten Seite (immer vom Schnitt gesprochen) der Wand des Kanälchens an, so dass es mit dem Protoplasma der benachbarten Zellen *B* zusammenstößt, umzieht von da rasch im Bogen beiderseits schmäler werdend, die konvexe Seite dem Kern zuwendend, so dass sich die konkave Seite dem Protoplasmahofe der benachbarten Zelle *A* anschmiegt, den Kern, spitzt sich nach dem Inneren noch mehr zu, so dass es kaum noch ein Sechstel so breit ist als sein Kern und sich als bloßer Faden zwischen zwei Zellen *A* hindurchdrängt, breitet sich dann wieder in glattem Bogen nach beiden Seiten hin aus, so dass es die benachbarten Zellen *A* weiter einhüllt und lässt sich oft bis in die Mitte des Kanälchens verfolgen, so dass es mit den von der gegenüber liegenden Wand kommenden gleichartigen Protoplasmagebilden zusammenstößt und so das ganze Lumen des Kanälchens ausfüllt. Während sich die Kontouren dieser Protoplasmahöfe bis um die Zellen *A* herum als ziemlich glatte erweisen, sind sie nach der Mitte hin durchaus nicht distinkt und vielfach gar nicht zu verfolgen, sie verschwimmen sowohl mit den benachbarten als auch mit den von drüben kommenden. Wo ein kleiner Raum ganz im Inneren des Kanälchens frei bleibt, weist derselbe auch keine glatten Grenzlinien auf. Aus dem Gesagten geht hervor, dass die ganze centrale Protoplasmamasse außerordentlich labil ist. Was den feineren Bau dieser protoplasmatischen Gebilde anlangt, so sieht man ziemlich deutlich schwach tingirte Fädchen in seinem Inneren verlaufen, die alle der Mitte des Kanälchens zustreben und daselbst ein Gewirr bilden.

Fassen wir alles bisher Erörterte zusammen, so ergiebt sich für das ruhende Hodenkanälchen des Sperlings folgendes Bild: Direkt an der Wand des Kanälchens liegt eine Schicht von Zellen, deren Protoplasma sich hier gegenseitig polygonal abplattet, von da sich um die innen liegenden, meist kegelförmigen, mit der Basis der Wand aufsitzenden Kerne herumschmiegt, dann fadenförmig dünn wird und schließlich im Inneren — wieder breit und lappig — sich an die entsprechenden Fortsätze der Nachbarzellen legt oder vielleicht gar mit denselben verschmilzt und meist das ganze Lumen des Kanälchens ausfüllt. In den Hohlräumen, welche durch das Dünnwerden dieser sonderbaren Protoplasmagebilde entstehen, liegt eine zweite Art von Zellen, welche mit Sicherheit als Drüsenepithelzellen im Ruhezustand anzusprechen sind, und zwar liegt in jedem Hohlraume oft bloß eine derartige Zelle, oft aber auch deren zwei bis drei, so dass im ganzen Kanälchen entschieden mehr Zellen letzterer als ersterer Art vorhanden

sind. Zählt man die Zellen, welche von einem Querschnitt getroffen wurden, so kommt man zu sehr abweichenden Resultaten. Im Allgemeinen darf man sagen, dass 20—40 Zellen überhaupt auf einem derartigen Schnitt zu zählen sind, von denen 10—15 auf die Sorte *B* kommen.

Bei den Betrachtungen über die Größenverhältnisse des Hodens konnten wir konstatiren, dass der Hoden in Winterruhe etwa dieselbe Größe hat wie der halbflügger Vögel, und eben so finden wir die vollständigste Übereinstimmung in histologischer Beziehung. Auch einem geübten Untersucher dürfte es an manchen Stellen schwer fallen, ein Samenkanälchen aus einem so jugendlichen Hoden unter dem Mikroskop von einem aus dem Hoden eines sehr alten Sperlings, der vielleicht schon mehrere Brunftperioden durchgemacht hat, zu unterscheiden. Wir haben in dem juvenilen Hoden die nämlichen beiden Zellenarten und dieselbe eigenthümliche Anordnung des Protoplasmas, hin und wieder treten hier noch große runde Kerne mit weitem lichten Hof auf, doch sind diese Gebilde so wenig scharf kontourirt, sind die spärlichen Chromatinkörnchen und -bälkchen in ihnen so wenig distinkt, dass man sie ohne Weiteres für der Resorption anheimfallende Bildungselemente aus der Embryonalzeit wird erklären dürfen. Vielleicht sind es nicht zur Verwendung gelangende große Geschlechtszellen, die v. Mihalkovics aus dem Keimepithel in die bereits angelegten Sexualstränge einwandern und im Falle ihrer Weiterentwicklung zu Ursamenzellen werden lässt. Abgesehen von diesen sicher nicht zur Bildung von Geschlechtsprodukten verwendungsfähigen Zellresten lässt sich der juvenile Hodenkanal nicht von dem für die Periode geschlechtlicher Ruhe rückgebildeten unterscheiden: der Sperling sinkt im Winter in Bezug auf seine Sexualzellen vollständig in den Zustand des Nesthockers zurück. Anders ist es mit der bindegewebigen Umhüllung der Hodenkanälchen, dieselbe ist im jugendlichen Hoden eine ungleich stärkere als im ruhenden, während nämlich bei letzterem eine meist bloß einfache Schicht ziemlich zarter bindegewebiger Elemente eine dünne und wenig widerstandsfähige Tunica propria um das einzelne Kanälchen bildet, so dass zwei Kanälchen im Schnitt meist bloß durch zwei Zellreihen getrennt sind, besteht die Tunica propria des jugendlichen Hodenkanälchens aus zwei bis vier Bindegewebszellschichten, so dass vier bis acht Zellreihen zwischen den an einander stoßenden Kanälchen zu zählen sind. Daraus geht hervor, dass, wenn auch der jugendliche Hoden hinsichtlich des Volumens, Gewichts und der histologischen Struktur sich nicht vom ruhenden unterscheidet, doch bei letzterem die Gesammtmenge der eingehüllten Kanälchen eine ungleich größere ist.

Zum Vergleich untersuchte ich den Hoden eines jungen Kaninchens und fand daselbst die nämlichen Verhältnisse, wie ich sie oben vom Sperling beschrieben habe. Auch hier lassen sich zwei Zellarten deutlich unterscheiden, von denen die eine in durch das Protoplasma der anderen gebildeten Kavernen liegt. Als Unterschied kann ich bloß anführen, dass die Zellen beim Kaninchen größer sind, so dass auf einen Querschnitt der nämlichen Größe wie beim Sperling weniger, höchstens 20 kommen, und dass ferner das Protoplasma beim Kaninchen weniger dicht zu sein scheint; doch kann Letzteres eben so gut auf einem Fehler bei der Konservirung beruhen, den man bei einem einzelnen Präparat natürlich nicht entdecken kann.

Regelmäßig kann man bei Fringilla domestica im Winter einen kleinen Fettkörper beobachten. Derselbe ist unpaar und liegt gerade da, wo die Aorta descendens sich theilt, also etwa am vorderen Ende der beiden Hoden. Was seine Größe anlangt, so ist er ungefähr so groß wie ein Hoden in diesem Stadium, und er hebt sich durch seine schwach chromgelbe Farbe deutlich von der Umgebung ab. Im mikroskopischen Bild lässt sich nichts Besonderes an den Fettzellen entdecken. Da ich dieses Fettkörperchen nur bei ruhenden Hoden, da aber immer, fand, da es verschwindet, sobald die histologischen Verhältnisse des Hodens anfangen sich zu kompliciren, so darf ich es wohl als dasselbe auffassen, wie die mächtigen paarigen Fettkörper, die beispielsweise dem Vorderende der Hoden bei den Batrachiern anhangen, nämlich als Reservematerial, welches die ersten Entwicklungsvorgänge in den Hoden ermöglicht.

Anhangsweise will ich noch eine Beobachtung von Pigment an dieser Stelle erwähnen. Solger[1] schrieb »über Ungleichheiten der Hoden beider Körperhälften bei einigen Vögeln«, er erwähnt, dass man bei Vögeln im Hoden hin und wieder Pigmentzellen antreffe, ähnlich wie man sie bei Eidechsen etc. reichlich findet. Ich hatte Gelegenheit bei einem ca. 10 Wochen alten Haushahn derartiges Pigment zu beobachten, es lag in den Kanälchenscheidewänden des linken Hodens, und zwar namentlich im vorderen Drittel. Die Pigmentzellen von dem allbekannten Habitus bildeten ein lockeres Maschenwerk um die Kanälchen herum.

Sobald die Wärme der Sonnenstrahlen einige Tage hinter einander anfängt, sich bemerkbar zu machen, ohne dass sie schon in der Pflanzenwelt sichtbare Veränderungen hervorbringt, lassen sich im Hoden des Sperlings bei mikroskopischer Untersuchung die ersten Wandlungen konstatiren. Der Beginn dieser Entwicklungsvorgänge

[1] Archiv für mikr. Anat. Bd. XXVI.

scheint also nicht bloß von den günstigeren Ernährungsverhältnissen abhängig zu sein, in die das Thier mit dem Erwachen des Pflanzenlebens kommt, sondern es müssen Reservestoffe vorhanden sein, welche den Vogel in den Stand setzen, schon im zeitigen Frühjahr an das Fortpflanzungsgeschäft zu gehen und damit die intensivste Lebensthätigkeit zu entwickeln. In dieser Beziehung dürfte vielleicht der oben erwähnte Fettkörper von physiologischer Bedeutung sein. Das Hauptmoment für das Wachsthum der Hoden wird man aber natürlich immer in einer besseren Ernährung suchen müssen. Dafür spricht auch die interessante Beobachtung, die ich wiederholt machte, dass die Hoden bei den Sperlingen, die in der Großstadt fast immer einen gedeckten Tisch finden, früher anfangen sich zu entwickeln und zu wachsen, als die der allen Unbilden der Witterung und des Nahrungsmangels mehr ausgesetzten Feld- und Dorfsperlinge.

Was nun die ersten histologischen Entwicklungsvorgänge im Sperlingshoden speciell anlangt, so knüpfen dieselben an die Zellen *A* an. Zunächst wird der Kern der einen und der anderen etwas größer, die Chromatinbalken und Nucleolen lassen sich nicht mehr recht erkennen, verschwinden, der Kern verliert seinen scharfen Kontour, das lichte Höfchen wird trüb, der ganze Kern fängt an dunkel zu werden — kurz, die Zelle schickt sich zu einer mitotischen Theilung an, und zwar verläuft die Theilungsebene in tangentialer Richtung. Man kann den Theilungsvorgang in allen seinen, uns durch die sorgfältigen Untersuchungen günstigerer Objekte, als die kleinen Geschlechtszellen der Vögel sind, durch Flemming, Rabl etc. bekannt gewordenen einzelnen Stadien verfolgen, bis endlich in den vom Protoplasma der Zellen *B* gelassenen Kavernen zwei, vier oder auch sechs Zellen neben und über einander liegen. Diese Neigung sich zu theilen tritt in den Zellen *A* oft so allgemein auf, dass man in einem Kanälchen auf lange Strecken alle Zellen mit gleichmäßig gedunkelten Kernen, also alle in der ersten Phase der Theilung beobachten kann. Seltener sind die eigentlichen Theilungsbilder zu sehen, es scheint also, als ob dieselben sehr rasch durchlaufen würden, wie dies ja schon vielfach von den Mitosen der Hodenzellen behauptet worden ist und auch fernerhin noch öfter hervorzuheben sein wird. An den Zellen *B* lässt sich eine Veränderung nicht erweisen, ihre Kerne behalten das schwach tingirte Aussehen, das Chromatin darin zeigt die nämliche Vertheilung wie früher, es lassen sich weder Theilungserscheinungen in tangentialer noch in radialer Richtung an ihnen nachweisen und auch das Protoplasma verändert sich nicht, es füllt noch immer das Lumen des Kanälchens ganz oder fast ganz aus. Manchmal scheint es, als ob sich das zu einer Zelle

gehörige Protoplasma schärfer von dem der benachbarten angehörigen abheben wollte, ein Umstand, der sich am natürlichsten wohl als eine Folge des beginnenden Kanälchenwachsthums erklären lässt.

Das Aussehen eines Samenkanälchens wird also durch die ersten Entwicklungsvorgänge nicht wesentlich geändert. Sind die Theilungen der Zellen *A* durchgeführt, so nimmt jeder Tochterkern bald das helle Aussehen des Mutterkernes an, der Nucleolus erscheint, das Chromatin ist in kleinen Bälkchen sichtbar — kurz, abgesehen davon, dass jetzt die Zellen *A* in zwei oder wenn die Theilung ganz besonders energisch vor sich ging, in drei oder vier Reihen zwischen den einzelnen Zellen *B* liegen, lässt sich nichts Neues bemerken, die Anordnung der Zellarten bleibt die nämliche wie im ruhenden Hoden.

Die nächste Phase der Entwicklung zeigt recht deutlich, mit welcher Energie die Wachsthumsvorgänge erfolgen, damit das Thier durch große Leistungsfähigkeit in den Stand gesetzt wird, die Nachtheile auszugleichen, welche das Auftreten einer kurzen Brunftperiode für die Fortpflanzung etwa im Gefolge haben könnte. In diesem Stadium, in dem das Kanälchen etwa noch einmal so dick wird, als es im Winter war, ist sein ganzes Lumen erfüllt mit Zellen der Art *A*, welche sich sämmtlich in dieser oder jener Phase der karyokinetischen Theilung befinden und vollkommen regellos umherliegen. Sie besitzen einen meist keine scharfe Grenze zeigenden Protoplasmahof, gleich als ob sie gar nicht erst voll auswüchsen, ehe sie sich von Neuem zu theilen beginnen. Nach der Wand hin befinden sich zwei bis drei solcher Zellenlagen fast im Zustand der Ruhe, nur selten lässt sich in dieser Gegend eine Mitose entdecken. An diesen wandständigen Zellen fällt eine geringe Vermehrung der chromatischen Substanz auf. Das Chromatin durchzieht in ziemlich starken Balken den ganzen Kern und verleiht demselben ein erheblich kräftigeres Aussehen, als es die Kerne der Zellen *A* früher zur Schau trugen. Während erst die Zellen *B* etwas kräftiger sich hervorhoben, tritt jetzt das umgekehrte Verhältnis ein.

Bei der großen Lebensthätigkeit, welche in dieser Weise die Zellen *A* entwickeln, treten die Zellen *B* vollständig zurück und scheinen gar keine Lebensthätigkeit zu äußern. Dem vorliegenden Präparat nach kann man höchstens sagen, dass sie im Ganzen etwas weniger Farbe annehmen, also heller erscheinen und dass sich der Nucleolus schärfer abhebt. Es ist mir an keiner Stelle gelungen, eine Theilungserscheinung an ihnen weder in radialer noch in tangentialer Richtung nachzuweisen und wenn man auf dem Umkreis eines quergeschnittenen Kanälchens ihre Zahl feststellt, so findet man immer noch höchstens 12—15. Stattfinden müssen natürlich in diesem oder im folgenden Stadium Thei-

lungen der Zellen *B*, denn im reifen Hoden liegen, wie wir sehen werden, ihrer 30—40 auf einem Querschnitt. Wenn man jedoch erwägt, dass die mitotischen Vorgänge die Unterschiede beider Zellenarten verwischen, so wird man leicht einsehen, wie schwer es halten muss, diese Theilungen durch die direkte Beobachtung festzustellen. Das Protoplasma der Zellen *B* kann sich natürlich jetzt nicht mehr so ausbreiten, wie es im ruhenden und langsam seine Entwicklung beginnenden Hoden der Fall war. Da die Theilungen der central gelegenen Zellen *A* sowohl in radialer, wie in tangentialer und schräger Richtung erfolgen, so wird das dort gelegene gelappte Protoplasma nach allen möglichen Richtungen hin gespalten und geschoben, wodurch natürlich die Möglichkeit, Theilungen an den zugehörigen Kernen zu konstatiren noch mehr verringert wird. In Folge aller dieser Momente besitzt das Hodenkanälchen jetzt ein viel unregelmäßigeres Aussehen, als es früher hatte. Von diesem Zeitpunkte ab habe ich auch das mehrfach erwähnte Fettkörperchen nicht mehr entdecken können.

Hiermit schließt gewissermaßen der erste Hauptabschnitt der Entwicklung des Hodenkanälchens ab. Derselbe begann mit einer zunächst nicht starken Vermehrung der Zellen *A*, bei der sich das histologische Bild des Kanälchens nur unwesentlich änderte, und führte durch eine rapide Vermehrung der nämlichen Zellen zu einer vollständigen Verwischung der für den ruhenden Hoden charakteristischen Zellanordnung.

Die weitere Entwicklung geht zunächst darauf aus, eine bestimmte Anordnung der gebildeten Zellen herzustellen. Der Durchmesser des Kanälchens ist jetzt — vielleicht durch die in tangentialer Richtung erfolgenden Theilungen — so weit geworden, dass das Protoplasma der Zellen *B* nicht mehr das ganze Kanälchen ausfüllen kann, es bleibt in Folge dessen stets der centrale Raum leer. Schon im ruhenden Hoden konnten wir beobachten, dass das Protoplasma der Zellen *B* eine fädige Struktur aufweist und zwar verliefen die Fäden zumeist in radiärer Richtung. In dieser Richtung nun übt das Protoplasma offenbar einen Zug auf die Zellen *A* aus, es drängt dieselben nach der Wand hin zusammen und zwar sieht man meistentheils nicht mehr bloß einen langen Strang von jeder Zelle *B* auslaufen und sich zwischen den Zellen *A* hindurchdrängen, sondern dieser Strang verzweigt sich meist schon von der zweiten oder dritten Zelle *A* an und umspinnt dann eine Summe von letzteren Zellen, so dass es den Anschein gewinnt, als ob dieselben in ein gewisses Abhängigkeitsverhältnis zu der betreffenden Zelle *B* treten und zwar in der Weise, dass die letztere sowohl die Kommunikation mit der Wand, als auch den Halt

innerhalb des Kanälchens vermittelte und bewirkte. Ausdrücklich hebe ich hervor, dass die der Wand zunächst liegenden ein bis zwei Zellenreihen der Art *A* meiner Erfahrung nach vorläufig unabhängig von dem Protoplasma der Zellen *B* bleiben, weil dieser Umstand mir für den Verlauf der Spermaentwicklung wichtig zu sein scheint. Es ist natürlich, dass der eben erwähnte centrifugale Zug der Zellen *B* und der gegenseitige Druck eine annähernd säulenförmige Anordnung der Zellen *A* bewirken muss.

Besonders beschrieben müssen noch die Kerne der Zellen *A* werden. Es liegen etwa fünf bis sechs Reihen derartiger Zellen über einander und bei der rapid erfolgenden Vermehrung derselben wurde hervorgehoben, dass man sämmtliche im Inneren liegenden im Zustand der Theilung findet, während die als Produkte der ersten Theilung der Wand am nächsten liegenden zwei bis drei Reihen sich durch Nucleolen und Fadengerüst als in Ruhe befindlich erwiesen. Bei dem jetzt vorliegenden Stadium ist von den wandständigen Zellen *A* dasselbe zu sagen, dagegen verhalten sich die centraler gelegenen verschieden. Kaum eine von ihnen bietet das ruhenden Kernen eigenthümliche Bild dar, meist zeigen sie einen außerordentlich hellen Hof, lassen die Membran undeutlich oder gar nicht erkennen und nehmen außerordentlich viel Farbe an, so dass wir sagen müssen, sie besitzen sehr viel, einen dichten Knäuel bildendes Chromatin. Oft verhalten sich sämmtliche Zellen *A* in dieser charakteristischen Weise, so weit sie in das oben geschilderte Abhängigkeitsverhältnis zu den Zellen *B* getreten sind, nie aber konnte ich konstatiren, dass auch die wandständigen diese Umlagerung des Chromatins erleiden.

Man wird natürlich zu der Ansicht hinneigen, diese Chromatinanordnung als ein Zeichen beginnender oder ablaufender Theilung aufzufassen, während deren wir ja bekanntlich denselben Erscheinungen begegnen. Dass wir es aber hier nicht mit einer gewöhnlichen Theilung zu thun haben, dafür spricht auf das entschiedenste der Umstand, dass sich weiter keine karyokinetischen Zustände beobachten lassen und ferner, dass derartig gebaute Zellen von nun an regelmäßig an der nämlichen Stelle im Hoden enthalten sind. Man wird darum diese Zellen von den gewöhnlichen Zellen *A* scheiden, sie als typische Zellform im reifenden Hoden auffassen müssen, obwohl natürlich die Meinung nicht zurückgewiesen werden kann, dass sie vielleicht bloß eine Theilungsphase für längere Zeit fixirt zeigen. Ich wage nicht zu entscheiden, ob diese Zellen gleich so entstehen, also gewissermaßen bei der Theilung im Zustande der Tochterknäuel verharren oder ob sie nach regelrecht durchlaufener Theilung erst zu dieser eigenthümlichen

Form sich entwickeln. Eine Chromatinvermehrung tritt auf jeden Fall ein. Aus Zweckmäßigkeitsgründen identificire ich auch diese Zellform nicht mit einer schon beschriebenen, sondern bezeichne sie mit A_1.

Der histologische Bau des Samenkanälchens im vorliegenden Stadium der Entwicklung lässt sich mit folgenden Worten schildern: An der Wand des Kanälchens liegen vereinzelte Zellen, deren Kerne mit einem Kernkörperchen sich im Zustande der Ruhe befinden, diese Zellen senden je einen protoplasmatischen Fortsatz aus, der sich zunächst zwischen einer einfachen oder doppelten Reihe von auch in Ruhe befindlichen Zellen hindurchdrängt und dann sich verästelnd eine größere Anzahl von Zellen umschmiegt. Letztere zeigen manchmal keine Andeutung von Karyokinese, zumeist aber besitzen sie einen sehr hell gehöften Kern mit einem außerordentlich dichten und dickfädigen Chromatinknäuel, wie ihn Zellen im ersten oder letzten Stadium der Theilung zeigen.

Zwar konnte ich, wie schon oben erwähnt, nicht mit Sicherheit Theilungserscheinungen der Zellen *B* feststellen, dieselben haben sich aber vermehrt, denn man findet jetzt auf einem Querschnitt selten unter 40, und da in vollständig reifen Hoden auch nicht mehr auf derselben Strecke gezählt werden können, so liegt von dieser Zellart jetzt die definitive Anzahl vor.

Die nächste Stufe der Entwicklung macht uns wieder mit neuen Zellelementen bekannt. Es lässt sich schon vermuthen, dass die weiteren Veränderungen an die Zellen A_1 anknüpfen werden. Die am meisten nach der Kanälchenmitte hin gelegenen Zellen dieser Art theilen sich, aus der ersten Theilung gehen kaum kleinere und nur wenig chromatinärmere Tochterzellen hervor, diese theilen sich wieder und schließlich resultiren Zellelemente, die ich mit A_2 bezeichne. Diese Zellen, von denen ich übrigens nicht anzugeben vermag, der wievielten Theilung sie entstammen, sind erheblich kleiner als ihre Mutterzellen A_1. Man könnte sie der Größe nach etwa als Produkte der zweiten Theilung auffassen, da sie nicht viel mehr als den halben Durchmesser der Mutterzellen besitzen. Ihr Kern nimmt ziemlich viel Farbe an und besitzt ein relativ stark entwickeltes Chromatingerüst mit ein bis zwei gröberen Ballen. Enthält er zwei Ballen, so liegen dieselben in der Regel sehr dicht neben einander. Was die Anordnung dieser Zellelemente anlangt, so ist dieselbe eine deutlich säulenförmig nach dem Centrum zu gerichtete. Von den Übergangszellen zwischen A_1 und A_2 ist noch hervorzuheben, dass dieselben meist recht groß erscheinen, diese Größe wird nicht durch chromatische, sondern durch achromatische Substanz bedingt, sind sie quer durchgeschnitten, so zeigen sie nämlich

meist ein ganz helles Innere und nur im peripheren Theile breitet sich ein spärliches, dafür aber ziemlich kräftiges Chromatingerüst aus.

Der Bau des Hodenkanälchens kann also jetzt mit folgenden Worten geschildert werden. Wir sehen an der Kanälchenwand die Zellen *B*, daneben und davor Zellen, denen wir die Bezeichnung *A* lassen können, und central hiervon, eingehüllt in die Protoplasmamassen der Zellen *B* die Derivate der Zellen *A*, nämlich A_1 und A_2, am nächsten an *A* liegen noch Zellen mit der A_1 eigenthümlichen Struktur, weiter nach innen und zwischen den schon gebildeten Zellen A_2 liegen Zellelemente, welche nicht mehr ganz dem Typus A_1 angehören, aber auch durch Größe, Farbe und Chromatingerüst von A_2 abweichen; es sind Übergangsformen, die bei weiterer Theilung dazu dienen, die Zahl der kleinen Zellen A_2 zu vermehren.

Ich habe den ganzen linken Hoden eines am 26. März getödteten Sperlings in über 900 Schnitte zerlegt und ihn allenthalben gleichmäßig mindestens auf diesem Stadium der Entwicklung gefunden. Stellenweise, aber selten war die Entwicklung schon etwas weiter vorgeschritten und zeigte dann den Beginn der eigentlichen Spermatozoenentwicklung. Diese Präparate waren daher von größter Wichtigkeit für mich, denn sie setzten mich in den Stand, die Übergangsbilder vom herangereiften zum vollreifen Hoden zu studiren. Mit der Bildung der Zellen vom Typus A_2 hat die celluläre Entwicklung des Hodens abgeschlossen, die weiteren Erscheinungen, das eigentliche Funktioniren knüpft an intracelluläre Vorgänge an, und zwar sind es die Zellen A_2, welche sich anschicken, in Spermatozoen überzugehen. Es ist durchaus nicht meine Absicht, auf diese intracellulären Entwicklungsvorgänge an dieser Stelle näher einzugehen, dazu reichen einestheils meine optischen Hilfsmittel nicht aus, und andererseits sind diese histiogenetischen Erscheinungen und die feinste Struktur der Samenfäden Gegenstand besonderer zahlreicher Untersuchungen.

Was nun die Bildungsvorgänge innerhalb der Zellen A_2 anlangt, so kann ich zur Sicherstellung der Behauptung, dass sich aus ihnen wirklich direkt die Samenfäden entwickeln, Folgendes konstatiren: Eine jede derartige Zelle geht aus dem Typus A_1, wie schon erwähnt, in der Form hervor, dass sie einen vollkommen runden Kern, umgeben von einem schwachen Protoplasmamantel mit deutlicher Membran zeigt. Der Kern färbt sich mittelkräftig und enthält ein relativ dichtes und auch dickfädiges Chromatingerüst mit einem einfachen Nucleolus oder auch zwei dicht neben einander liegenden Kernkörperchen. Beginnt nun die Entwicklung innerhalb dieser Zellen, so verschwindet zunächst der scharfe Kontour des Kerns, derselbe erhält einen außerordentlich

hellen Hof und das Chromatin ballt sich fest kugelförmig zusammen. In welcher Weise Letzteres geschieht, vermochte ich nicht zu verfolgen. Gleichzeitig verliert sich auch die Grenze des Protoplasmas gegen die des einhüllenden Protoplasmas der Zelle *B*, und wir sehen nun die Zelle kleiner geworden, eigentlich bloß aus einem runden Chromatinballen bestehen, koncentrisch umgeben zunächst von einem farblosen, dann von einem schwach gefärbten, nicht abgegrenzten Protoplasmamantel. Der Chromatinballen rückt nun an die Peripherie der Zelle, so dass der helle Hof nach dieser Seite verschwindet und das Protoplasma nach der entgegengesetzten Seite sich immer weiter ausstreckt, so dass es schließlich an dem dunkeln Kern hängt, wie etwa der Schweif am Kometen. Nach und nach streckt sich auch der Chromatinballen, sieht zunächst aus wie ein Bacillenstäbchen, dann beginnt er sich spiralig zu rollen, so dass wir bald Bilder von ihm sehen, wie wir sie in Präparaten von Spirillen zu finden gewohnt sind. Es sind dies die höchst charakteristischen Köpfe der schon oft abgebildeten Spermatozoen der Singvögel. Die Fragen nach der Entstehung des Mittelstückes, des Schwanzstückes, nach dem Nebenkern etc. lasse ich vollständig unberührt, — ich hoffe durch die angeführten Thatsachen mit hinreichender Sicherheit aber so viel festgestellt zu haben, dass sich unmittelbar in den Zellen vom Typus A_2 Entwicklungserscheinungen verfolgen lassen, welche nur als solche von Samenfäden gedeutet werden können.

Hiermit sind wir im Studium der Wachsthumsvorgänge im Hoden des Sperlings so weit vorgeschritten, dass wir die gewonnenen Resultate mit den an funktionirenden Hoden von vielen Forschern gewonnenen vergleichen können. Wir sahen, dass sich schon im vollkommen ruhenden Hoden zwei Arten von Zellen unterscheiden lassen, von denen die einen, von uns mit *A* bezeichneten, in durch starke Protoplasmaentwicklung der anderen, als *B* eingeführten, gebildeten Höhlungen liegen. Die Zellen *B* vermehren sich im Verlaufe der Entwicklung bloß so stark, dass sie die Zellen *A* und deren Theilprodukte immer mit ihrem Protoplasma halb umhüllen oder vollständig einhüllen können. Die Zellen *A* vermehren sich, legen sich in mehreren Schichten den Zellen *B* auf, ihre Theilprodukte drängen sich in die centralen Protoplasmapartien der Zellen *B* ein, werden von denselben umflossen, nehmen dann erhebliche Massen von Chromatin auf oder bilden es in sich (A_1), zerfallen auf karyokinetischem Wege in eine Anzahl kleiner runder Zellen (A_2), und diese bilden sich endlich zu Spermatozoen um, so dass also die frisch gebildeten Spermatozoen noch mit den Zellen *B* in Verbindung stehen.

B. Vergleich mit den am Hoden anderer Thiere gewonnenen Resultaten.

Was die über die Entwicklung der Spermatozoen bereits vorliegende Litteratur anlangt, so ist dieselbe seit den älteren, mit besseren optischen Hilfsmitteln durchgeführten Untersuchungen von v. Siebold, Wagner und v. Kölliker derartig angeschwollen, dass die bloße kritische Sichtung, die Feststellung der gewonnenen Resultate und der Hinweis auf die bei ferneren Untersuchungen zu beobachtenden Punkte eine selbständige wissenschaftliche Leistung werden konnte. Waldeyer löste diese Aufgabe in einem Vortrage in der ersten Versammlung der anatomischen Gesellschaft zu Leipzig 1887 [1] in musterhafter Weise, so dass die ermüdende Aufzählung der einzelnen Publikationen [2], die bis zu jenem Zeitpunkt erschienen sind, wohl unterbleiben darf.

Während die einzelnen Beobachter über das Vorhandensein der verschiedenartigen Zellgebilde im Hoden mehr und mehr zur Übereinstimmung gelangen, weichen sie hinsichtlich der Deutung noch immer erheblich von einander ab. Eine Folge hiervon ist eine außerordentlich differente Nomenklatur. Es ist sicher nicht zu hoch gegriffen, wenn man sagt, dass für jedes Zellgebilde des Hodens zehn synonyme Bezeichnungen existiren, weil sich die einzelnen Beobachter schwer selbst zu wenig wichtigen Koncessionen entschließen können. Waldeyer beklagt sich in seinem Vortrage über denselben Punkt und bezeichnet es aus verschiedenen Gründen als wünschenswerth, die Bezeichnungen, welche de La Valette St. George einführte, allgemein anzunehmen. Es ist ja sicher, dass die Auffassung von de La Valette verschiedentlichen und wohl auch berechtigten Widerspruch gefunden hat, dass auch die Begriffe, welche er ursprünglich mit seinen Benennungen verband, zum Theil sich geändert haben; das reicht aber nach meiner Meinung nicht hin, zur Einführung einer vollständig neuen Bezeichnung zu zwingen. Man denke an andere Ausdrücke in der Zoologie, beispielsweise an das Wort Zelle, und man wird zugeben, dass Deutung und Abgrenzung der Begriffe häufig sich geändert haben, ohne dass man den Namen fallen ließ. Wer sich nicht ganz speciell mit der Spermatogenese beschäftigt, wird, wie die Sache jetzt liegt, nur schwer einen klaren Überblick über den derzeitigen Stand der Frage gewinnen. Ich folge also in meinen Ausführungen dem Rathe Waldeyer's und halte mich so weit als möglich an die Bezeichnungen de La Valette's, wie er

[1] Anat. Anzeiger, herausgeg. von Professor Dr. Bardeleben. II. Jahrg. Nr. 12.

[2] Das von mir geführte Litteraturverzeichnis weist 106 Nummern auf und kann durchaus keinen Anspruch auf Vollständigkeit machen.

sie im letzten seiner spermatologischen Beiträge[1] theils giebt, theils selbst acceptirt. Er präcisirt dort seine Stellung zur Spermatogenese speciell der Insekten und Amphibien folgendermaßen: Die Stammsamenzelle, Spermatogonie, producirt durch Theilung Samenvermehrungszellen, Spermatocyten, aus diesen gehen durch fortgesetzte Theilungen die Samenausbildungszellen, Spermatiden, hervor, welche endlich zu Samenkörpern, Spermatosomen, sich entwickeln. Bis zu diesem Punkte stimmen die neueren Untersucher der männlichen Geschlechtsorgane fast vollkommen überein, man kann also auch die verschiedenen Bezeichnungen als allgemein geltend annehmen. Alles Weitere ist sehr reich an Kontroversen, ich verweise auf Waldeyer's Vortrag und gehe gleich auf die Richtung los, der ich mich für die Fringilliden anschließe. Nach der de La Valette'schen Meinung sind zwar zwei Zellarten im Hoden vorhanden, doch bleibt die eine, die sogenannten Follikelzellen, welche die Spermatocyten bezw. Spermatiden mehr oder weniger vollständig einschließen, für die Spermatogenese vollständig bedeutungslos. Eine andere und zwar, wie es scheint, mehr und mehr Raum gewinnende Auffassung lässt nicht nur zwei Zellarten im Hoden vorhanden sein, sondern sich auch beide aktiv an der Spermaentwicklung betheiligen. Speciell bei den Säugethieren sollen sich nach dieser Auffassung die Zellen, welche de La Valette Follikelzellen nennt, mit den Spermatiden kopuliren und erst hierdurch letztere in die Lage kommen, sich zu Spermatosomen auszubilden. Wer der letzteren Annahme huldigt und nichts wider den Begriff eines einzelligen Follikels hat, könnte ruhig die zweite Zellart mit de La Valette »Follikelzellen« nennen, wenn sich dieser Autor nicht in der oben erwähnten Mittheilung gar so energisch selbst gegen eine solche Bezeichnung ausgesprochen hätte, aus diesem Grunde wird leider eine Differenz in der Nomenklatur bestehen bleiben müssen. Die eben erwähnte Auffassung der Spermatogenese knüpft an an ein Gebilde, welches zuerst v. Ebner[2] eingehend beschrieb und Spermatoblast nannte. Dieser Autor sah die Wandschicht der Samenkanälchen, gebildet aus polygonalen Zellen (Keimnetz), welche protoplasmatische Fortsätze nach dem Lumen treiben, und in diesen Lappen durch endogene Kernbildung die Samenkörper entwickeln sollen. Er nannte nun Spermatoblast eine derartige wandständige Zelle mit ihren protoplasmatischen Ausläufern und den darin befindlichen jungen Spermatosomen. Da das Gebilde seinem Bau nach

[1] Archiv für mikr. Anat. Bd. XXX.

[2] v. Ebner, Untersuchungen über den Bau der Samenkanälchen und die Entwicklung der Spermatozoiden bei den Säugethieren und beim Menschen. Rottet's Unters. Graz 1871.

in der v. Ebner'schen Weise jetzt allgemein beschrieben wird, so lässt man ihm wohl am besten den Namen Spermatoblast, obwohl, wie wir gleich sehen werden, sich die Ansichten über die Natur desselben wesentlich geändert haben. Merkel[1], Sertoli[2], Renson[3], Brown[4] etc. traten für die Entwicklung der Spermatosomen aus den Spermatiden ein, und eben so haben in neuester Zeit namentlich Benda[5] und wieder v. Ebner[6] es wahrscheinlich gemacht, dass die Spermatiden in die protoplasmatischen Fortsätze der Keimnetzzellen einwandern und erst dadurch in die Lage kommen, sich weiter zu entwickeln, so dass man sich den Spermatoblasten als aus verschiedenen Zellen hervorgegangen denken muss. Diese letztgenannten Forscher stimmen bis auf Nebenfragen vollständig überein, so dass sich der Bau des thätigen Säugethiersamenkanälchens nach ihnen folgendermaßen schildern lässt: An der Wand des Kanälchens finden sich Zellen mit einem Kern, der stets folgende Merkmale besitzt: »eine wenig tingible, also sehr zarte peripherische Chromatinschicht, einen nicht färbbaren Inhalt, einen großen Nucleolus, der durch einige wenige Chromatinfäden mit der Chromatinmembran in Verbindung steht. Seine Gestalt ist sehr variabel, die Oberfläche oft tief gefaltet, kurz, wir haben einen exquisit bläschenförmigen Kern vor uns« (Benda). Das zu diesem Kern gehörige Protoplasma legt sich der Wand an und treibt einen fädigen Fortsatz nach dem Inneren des Kanälchens; es scheint nach Benda keine membranartige Begrenzung zu haben, sondern passt sich in außerordentlich wechselnder Weise den Nachbarelementen an. Diese Zellen werden von Benda »Fußzellen« von v. Ebner »Sertoli'sche Zellen« genannt, weil sie Sertoli zuerst richtig beschrieb, es sind die »Follikelzellen« von de La Valette St. George. Zu diesen wandständigen Zellen mit variablen Kontouren kommen nun weitere wandständige Zellen anderer Art. Dieselben sind rundlich, ihr Kern hat eine Chromatinmembran, ein Kernkörperchen und fein granulirtes Chromatin. Sie sind nicht zahlreich und zeigen in bestimmten Perioden der Spermatogenese mitotische Kerntheilungen. In der de La Valette'schen Nomenklatur sind das die Spermatogonien. Dieselben entwickeln sich weiter, vergrößern sich, rücken von der Wand ab, bekommen scharfe Kontouren, sind elliptisch oder spindelförmig, wobei

[1] Müller's Archiv. 1871 und »Unters. aus dem anat. Inst. zu Rostock«. 1874.

[2] Archivio per le science mediche. Anno 1877.

[3] Archives de Biologie. T. III. 1882.

[4] Journ. of microsc. science. Juli 1885.

[5] Untersuchungen über den Bau des funktionirenden Samenkanälchens einiger Säugethiere und Folgerungen für die Spermatogenese dieser Wirbelthierklasse. Archiv für mikr. Anat. Bd. XXX.

[6] Zur Spermatogenese bei den Säugethieren. Archiv f. mikr. Anat. Bd. XXXI.

sich die Längsachse radiär stellt, ihr Kern hat einen grobfädigen Chromatinknäuel. Es sind das die Spermatocyten von DE LA VALETTE. v. EBNER, der sie HENLE'sche Zellen nennt, hebt von ihnen besonders hervor, dass sie sich sehr lange in den Prophasen der Mitose befinden, »indem erst ein eng gewundener, dann ein lockerer Knäuel, dessen Fäden sich mit Safranin und Hämatoxylin stark färben, sichtbar ist«. Diese Spermatocyten theilen sich (muthmaßlich zweimal) auf karyokinetischem Wege und liefern alsdann die Spermatiden (Samenbilder [BENDA], Samenzellen KÖLLIKER's [v. EBNER]). Von diesen Spermatiden nun bekommt man nach v. EBNER »den Eindruck, dass sie, früher regelmäßig über einander geschichtet, sich gegen die centralen Fortsätze der SERTOLI'schen Zellen hin bewegen, weil die regelmäßige Ordnung aufgehoben wird und eine dichtere Gruppirung der Zellen um diese Fortsätze herum unverkennbar wird. Alsbald wird nun eine Anlagerung der Zellen und eine Verschmelzung derselben mit den Fortsätzen der SERTOLI'schen Zellen vollzogen. Damit ist der Spermatoblast fertig und zugleich die eigentliche Samenfadenbildung, die erst im Spermatoblasten stattfindet, eingeleitet«. In dieser Weise studirten BENDA und v. EBNER die Entwicklung der Samenfäden im funktionirenden Kanälchen. BENDA beobachtete ein schubweises Auftreten der einzelnen Zellumwandlungen, v. EBNER stellte sogar eine gewissermaßen wellenförmig durch das Kanälchen von seinem blinden Ende an verlaufende Samenfadenbildung fest und bestimmte die zu einer vollständigen Sekretion nöthige Kanälchenlänge auf 32 mm. Vielleicht die wesentlichste Differenz zwischen beiden Forschern bezieht sich auf die Spermatoblastkerne. Während nämlich BENDA annimmt, dass derartige Kerne bei der Samenausstoßung verloren gehen, konstatirt v. EBNER, dass dieselben niemals Theilungserscheinungen zeigen und »daher wohl während der ganzen Funktionsdauer des Hodens als beständige Gebilde fungiren«. Die Frage nach einer Regeneration dieser Zellen dürfte in der That schwer zu beantworten sein.

BENDA[1] konstatirte übrigens, »dass der Dualismus der Elemente im Hoden schon in Stadien ausgebildet ist, wo im Ovarium eine Differenzirung der verschiedenen Elemente der Eifollikel noch nicht bemerkt wird«. Er vermuthet ferner, »dass die Ursamenzellen dem Keimepithel, die zweite Zellart (seine Fußzellen) den vom WOLFF'schen Körper einwuchernden Epithelgängen, den späteren Ausführungsgängen (Hodennetz) entstammen.

v. EBNER bringt in seiner Arbeit Beweise für die aktive Betheiligung

[1] Anat. Anzeiger. II. Jahrg. Nr. 12.

seiner Sertoli'schen Zellen an der Spermatogenese, indem er auf eine regelmäßig mit der Samensekretion verlaufende Wanderung von Fetttröpfchen und tingiblen Körnchen vom Lumen nach der Basis hinweist.

Bis zu diesem Stand der Dinge hat Waldeyer sein Referat geführt (die v. Ebner'sche Arbeit konnte Waldeyer nicht berücksichtigen, weil sie noch nicht erschienen war, sie wurde hier gleich mit der Benda-schen besprochen, weil sie sich so eng an dieselbe anschließt). Seitdem ist in Bezug auf Spermatogenese der uns lediglich interessirenden Thierklassen der Säugethiere und Vögel zunächst erschienen:

Niessing, Untersuchungen über die Entwicklung und den feinsten Bau der Samenfäden einiger Säugethiere (Preisschrift der medicinischen Fakultät der Universität Würzburg)[1].

Diese Arbeit wendet sich scharf polemisch gegen Benda (die v. Ebner'sche Arbeit war dem Autor noch nicht bekannt) und stellt sich dar als eine Verschmelzung der von Biondi[2] aufgestellten Ansicht mit der seiner Zeit von v. Kölliker[3] vertretenen, nach welcher die Samenfäden in Bläschen entstehen sollen. Niessing lässt nach und nach alle Zellen des Samenkanälchens in Spermatosomen übergehen und stellt die Existenz der Fußzellen entschieden in Abrede, außerdem sieht er »auf Schnitten selten, in ganz frischen Präparaten aber sehr häufig große Zellen mit 2—12 Kernen«. Dieselben hält er für Mutterzellen (Spermatocyten), deren Hülle erhalten blieb, während ihr Kern zu Tochterzellen zerfiel; die Tochterzellen (Spermatiden) sollen innerhalb der Hülle auch zu Spermatosomen werden können, dann soll die Hülle platzen und die Samenfäden sollen frei werden. Ausdrücklich stellt Niessing in Abrede postmortale Konfluenzprodukte vor sich gehabt zu haben, das könne bei de La Valette der Fall gewesen sein, bei ihm sicher nicht; seine derartigen Zellen seien stets vollkommen rund gewesen (cf. seine Fig. 41). Merkwürdig ist es, dass er auf Schnitten solche Gebilde selten gesehen zu haben zugiebt und in sehr komplicirter Weise eine Konservirungsmethode schildert, die einzig zuverlässige Präparate zu liefern im Stande sei. Schwer verständlich ist mir ferner, wie die Unmasse »Eiweiß«, welche er in seiner Fig. 20 abbildet, in der kleinen central gelegenen Hülle Platz gehabt haben soll, und wie überhaupt diese Hülle nach dem Platzen allemal ganz in das Innere der Eiweißmasse gelangen soll, viel eher dürfte dieselbe doch bloß einen Riss nach dem Locus minus resistens hin bekommen, und im Übrigen den

[1] Verh. der phys.-med. Ges. zu Würzburg. Neue Folge. Bd. XXII.

[2] Archiv für mikr. Anat. Bd. XXV oder siehe Waldeyer.

[3] Neue Denkschr. der allgem. Schweizer Gesellsch. f. d. ges. Naturw. Bd. VIII. 1847.

Nachbarelementen glatt angedrückt bleiben. Ich habe für Säugethiere keine genügende Erfahrung, um die Niessing'sche Meinung zurückweisen zu können, beim Sperling habe ich nie mehrkernige Zellen gefunden, außer in frischen Präparaten, wo sie sehr häufig sind, auf Schnitten fand ich sie nur einmal beim Haushahn in einem Falle, in dem ich vorweg wusste, dass die Fixirung mangelhaft war. Demnach muss ich für mein Objekt die Existenz dieser eigenthümlichen Zellen ganz entschieden in Abrede stellen. Zu demselben Resultat gelangte auch Hermann in seiner Arbeit, »Beiträge zur Histologie des Hodens«[1]. Dieser Autor stellt sich ganz auf die Seite Benda's und v. Ebner's und meint, dass Niessing's Ansicht nur »in der äußerst mangelhaften Anwendung der Präparationsmethoden von Seite des Autors begründet ist«. Im Übrigen beschreibt Hermann mit allen modernen Mitteln der Technik äußerst sorgfältig durchgeführte Untersuchungen in Bezug auf den feinsten Bau der einzelnen Zellelemente im Hoden der Säugethiere und Amphibien. Auf eine kleine Differenz hinsichtlich der Nomenklatur zwischen Hermann und mir möchte ich hinweisen. Hermann nennt nämlich die Zellen mit dem dichten Knäuel nach H. Brown »growing cells«, und erst ihre weiteren Entwicklungsstadien mit den dünneren Knäueln Spermatocyten, während ich den letzteren Namen auf alle zwischen den Spermatogonien und den Spermatiden liegenden Zellen ausdehne. v. Ebner nennt alle diese Zellen mit dem gemeinsamen Namen der Henle'schen Zellen.

Vergleichen wir die Resultate, zu denen Benda, v. Ebner, Hermann bei der Untersuchung funktionirender Hodenkanälchen der Säugethiere gelangten, mit den Ergebnissen, die wir, den Hoden von Fringilla domestica in seiner Entwicklung von der Winterruhe zur Brunft Schritt für Schritt beobachtend, erhielten, so stoßen wir auf eine merkwürdige Übereinstimmung. Wir finden im Vogelhoden eben so wie im Säugethierhoden zwei Zellenarten, und zwar im juvenilen eben so gut wie im ruhenden oder funktionirenden. Wir können die Beschreibung, welche jene Autoren von den einzelnen Zellelementen geben, geradezu wörtlich übertragen auf die Gebilde, welche wir nach und nach beim Sperling entstehen sahen. Unsere Zellen A sind die Spermatogonien, die daraus hervorgehenden A_1 die Spermatocyten, die aus diesen sich entwickelnden A_2 die Spermatiden, welche beide in ihrer Verbindung mit den Zellen B die Spermatoblasten darstellen und sich zu Spermatosomen ummodeln. Wie wir oben dargethan haben, wird man sich dazu entschließen müssen, den Zellen B einen besonderen Namen zu geben,

[1] Archiv für mikr. Anat. Bd. XXXIV.

der von de La Valette abweicht. Ich würde mich am liebsten an Sertoli anschließen, der sie Cellule ramificate nennt, da sich dieser Name aber im Deutschen als Substantiv schlecht macht, und da mir ferner auch der v. Ebner'sche Vorgang, sie mit dem Autornamen zu belegen, nicht zusagt, so nenne ich sie mit Benda »Fußzellen«. Ihrer physiologischen Bedeutung nach, die ihnen ja wohl nicht abgesprochen werden kann, dürften sie als »Hilfszellen« bezeichnet werden können, doch sei es ferne von uns, einen neuen Namen einführen zu wollen. Es gelang uns, wie aus dem Gesagten hervorgeht, das was v. Ebner und Benda an ein und demselben thätigen Hoden gesehen haben, im Vogelhoden in streng chronologischer Aufeinanderfolge zu beobachten und damit die Richtigkeit der Ansicht, welche jene Autoren über die Abstammung der einzelnen Zellgebilde des funktionirenden Hodens gewonnen haben, auf einem neuen Wege zu erweisen.

C. Das funktionirende Hodenkanälchen bei Fringilla domestica.

Da die Übereinstimmung in der Existenz und im Ursprung der einzelnen Zellarten des Säugethier- und Vogelhodens natürlich Differenzen hinsichtlich der Zahl, Anordnung, Funktionsart etc. nicht ausschließt, so wollen wir jetzt noch kurz den funktionirenden Fringillidenhoden beschreiben und mit dem thätigen Säugethierhoden vergleichen. Von vorn herein wird man Unterschiede erwarten dürfen, wenn man an die Art des Geschlechtslebens der meisten Säugethiere und gerade der Fringilliden denkt. Die meisten Säugethiermännchen äußern Brunftgefühle während des ganzen Jahres, oder doch längere Zeit hindurch, während die durch geradezu musterhafte Monogamie sich auszeichnenden Fringilliden, wie schon oben ausgeführt, eine kurze Brunftperiode haben, in der noch dazu nur einige Höhepunkte wirklich zum geschlechtlichen Verkehr zu führen scheinen.

Wir haben die Entwicklungsvorgänge verfolgt, bis wir in der Lage waren, die Umbildung der Spermatiden, die wir als Zellen A_2 einführten, zu Spermatosomen in großen Zügen zu schildern. Dazu diente uns der Hoden eines am 26. März getödteten Sperlings. Das Bild, welches das Hodenkanälchen eines am 18. April getödteten Sperlings darbietet, ist nur wenig komplicirter, es treten zu dem schon Bekannten bloß die Spermatoblasten, in dem Grade der Entwicklung, den v. Ebner u. A. aus dem Säugethierhoden abbilden, da wo sich schon wieder eine neue Spermatidengeneration auszubilden beginnt. Der Kern der zu Spermatoblasten gewordenen Fußzellen liegt in der uns schon geläufigen Form der Wand direkt an, von ihm strahlt fast senkrecht zur Kanälchenwand

das Protoplasma aus, eine ziemlich grobe Fadenstruktur zur Schau tragend. Diese Fädigkeit lässt sich auch da noch deutlich erkennen, wo die Köpfe der Spermatosomen in ihm eingebettet liegen, möglicherweise umhüllt es auch noch die Schwanzfäden der Spermatosomen, doch vermag ich darüber nichts Bestimmtes auszusagen, weil diese letzteren, häufig schwach gewellt vorliegend, sich mit meinen Systemen nicht scharf von den protoplasmatischen Fäden trennen lassen, namentlich wenn man die Beschreibung liest, welche v. Ebner (p. 277) von »pseudopodienartigen Gebilden« an seinen Rundzellen und Henle'schen Zellen giebt. Das Spermatosomenbündel verliert sich etwa am Ende des ersten Drittels vom Kanälchendurchmesser in eine protoplasmatische Masse, welche vollständig übereinstimmt mit den Enden der v. Ebner'schen Spermatoblasten, dieselbe dürfte demnach möglicherweise aus den Fortsätzen der Fußzelle bestehen. Sicher aber enthält sie die für die Spermatosomenbildung belanglos bleibenden Plasmatheile der Spermatiden. v. Ebner widmet diesen Gebilden eine längere Auseinandersetzung, er beschreibt Fetttropfen und tingible Körnchen in ihnen und sieht dieselben in bestimmten Stadien, nämlich nach Abstoßung der Samenfäden bis zur Neubildung von Spermatoblasten durch das Plasma der Fußzelle nach der Wand hin wandern und dort verschwinden, also wohl resorbirt werden. Nach ihm sehe man hier einen Vorgang sich abspielen, durch den gewissermaßen das Thier zu retten sucht, was sich bei dem mit Nothwendigkeit bei der Spermabildung erfolgenden Substanzverlust retten lässt. Die Spermatoblasten hätten demnach darin ihre physiologische Bedeutung, dass sie diese Ersparnisse vermitteln und ermöglichen. Ich habe dieser, eine besondere sorgfältige Untersuchung erfordernden Frage keine große Aufmerksamkeit zugewendet, muss aber doch als sicher hervorheben, dass man in den losgelösten, im Kanälchen frei schwimmenden Spermamassen sehr viele protoplasmatische Kugeln und tingible Körnchen etc. beim Sperling findet, woraus hervorgeht, dass zum mindesten der größte Theil der Spermatiden bei der Spermatosomenbildung dem Thier verloren geht, dabei kann ja immer noch etwas wieder durch die Spermatoblasten resorbirt werden.

Die Längsschnitte durch die Hodenkanälchen des Sperlings erlangen gerade durch das starke Hervortreten protoplasmatischer Massen ein sehr charakteristisches Gepräge. Die Fußzellen liegen so dicht beisammen, dass sie bloß ein bis drei Spermatogonien zwischen sich haben, so dicht liegen natürlich auch die Spermatosomenbündel. Letztere reichen, wie bemerkt, bis an das Ende des ersten Drittels vom Kanälchendurchmesser und dort bilden die Plasmatheile, welche den Samen-

fäden wie zähe Tropfen anhängen, eine dichte Masse, verschmelzen vollständig mit einander, so dass ihre Gesammtheit einen vollkommenen Cylinder koncentrisch zu der Kanälchenwand zusammenbaut. Innerhalb dieses Rohres nun fließt die Masse der losgelösten Spermatosomen in einem wahren Strome protoplasmatischer Massen, die sich sehr häufig etwas kugelig zusammenballen. Die Längsschnittbilder erinnern auffällig etwa an einen Bach oder an eine Chaussee, längs deren Bäume angepflanzt sind, deren Kronen sich durch einander verzweigen. Die losgelösten Spermatosomen würden bei der Weiterführung dieses Vergleichs etwa die Stämme eben jener auf dem Bache verflößten oder auf der Straße fortgefahrenen Bäume sein. Die losgelösten Spermatosomen kommen beim Sperling gar nicht in Verbindung mit den noch nicht reifen, können also auch sicher nicht losreißend auf letztere wirken, wie Niessing von seinem ersten Schub der Säugethiersamenkörper behauptet. Der ganze Mantel zwischen der Kanälchenwand und dem centralen Protoplasmarohre ist vollkommen isolirt, die Entwicklungsvorgänge können in demselben ganz ungestört verlaufen. Man sieht innerhalb dieses Mantels zu beiden Seiten der Spermatosomenbündel im Schnitt nun die verschiedenen Zellenarten im Allgemeinen säulenförmig aufgebaut und zwar reichen die centralst gelegenen meistentheils weit an den Spermatosomenfäden hinauf. Diese innersten Zellen sind Spermatiden, welche anfangen in Spermatosomen überzugehen, sie haben also runde oder schon längliche, tief dunkel gefärbte Kerne mit einem sehr hellen Hof. Wandwärts liegen nun chronologisch geordnet die eigentlichen Spermatiden und dann die Übergangsstufen zu den Spermatocyten, diese selbst, jedoch nicht allemal in typischer Ausbildung und endlich in ein oder zwei Lagen die Spermatogonien.

Was den Abstand zweier Samenfadenbündel von einander anlangt, so beträgt derselbe im Allgemeinen so viel, dass zwei Zellsäulen zwischen ihnen Platz finden, hin und wieder sieht man auch bloß eine Säule dazwischen, oder aber es finden deren drei bis vier Platz. Man zählt 38—40 Spermatosomenbündel auf einem Kanälchenquerschnitt.

Erhebliche Schwierigkeiten stellen sich der Beobachtung der Protoplasmaausläufer des Spermatoblasten entgegen. Benda und v. Ebner verlegen beim Säugethier die Copulation derselben mit den runden Hodenzellen, den Spermatiden, in die Zeit, wo letztere aus der Theilung der Spermatocyten als einfache runde Zellen hervorgegangen sind und noch keine Spur von Spermatosomeneigenthümlichkeiten zeigen. Wir hatten Gelegenheit, bei den Fringilliden zu beobachten, dass das erwähnte Protoplasma schon die sich bildenden Spermatocyten umfloss nnd dass die Theilungen dieser letzteren zu Spermatiden also schon

innerhalb jenes Protoplasmas erfolgten. Hieraus ergiebt sich mit Nothwendigkeit, dass der Spermatoblast bei unserem Objekt etwas komplicirter aufgebaut ist, indem wir nicht bloß Spermatiden in ihm finden, sondern auch schon Spermatocyten und die einzelnen Übergänge derselben zu den Spermatiden. Alles, was das indifferente Drüsenepithel des Hodens zu einer Sexualdrüse machte, geschieht durch eine Verbindung der indifferenten Drüsenepithelzellen mit einer zweiten Zellart[1]. Schnitte, welche schräg durch das Kanälchen gehen oder dasselbe nahe dem Rande längs treffen, begründen die oben angeführte Ansicht vom Bau des Spermatoblasten. Man sieht nämlich da Bilder, wo die in Protoplasma eingebettet liegenden Schwanzfäden oder auch die Köpfe der Spermatozoen quer oder schräg durchschnitten sind und diese stehen durch labile Protoplasmamassen und -stränge in Verbindung mit Spermatiden und Übergangsformen derselben zu Spermatosomen, aber auch mit Spermatocyten mit und ohne Theilungserscheinungen. Alle diese Zellelemente liegen kreisförmig um die Bündel herum und sind also offenbar dem Spermatoblasten zugehörig. Einen weiteren Beweis liefern Isolationspräparate. Es gelingt mitunter, einen Spermatoblasten in derselben Form zu isoliren, wie solche von Säugethieren bekannt ist; ungleich häufiger aber, und dadurch auf einen festeren Zusammenhang hindeutend, findet man um die Spermatosomenbündel herum einen Mantel von Spermatocyten, Spermatiden und sich entwickelnde Spermatosomen, während die centralen Spermakörper augenscheinlich zur Auswanderung fertig sind.

Der Spermatoblast ist nach dem Gesagten beim Sperling nicht wie beim Säugethier als ein einheitliches Gebilde zu deuten, welches mit einer kleineren Gruppe von Spermatosomenbildnern steht und fällt, sondern er macht hier viel mehr Entwicklungsprocesse durch, die, wie wir weiter unten sehen werden, für die Intensität und den Verlauf der Samenfadenentwicklung von höchster Bedeutung sind und tiefgreifende Unterschiede zwischen den beschriebenen Säugethier- und unserem Vogelhoden begründen.

Ein erheblicher Unterschied zeigt sich zwischen beiden Beobachtungsobjekten schon in der Zahl der zelligen Elemente. v. Ebner zählt in einem Spermatoblasten 8—12, mitunter auch mehr Spermatozoen und leitet dieselben von mehreren Wandzellen ab, deren jede durch eine Theilung eine seiner Henle'schen Zellen liefern soll, während sich aus letzterer durch zwei Theilungen vier Spermatiden entwickeln.

[1] cf. Grünhagen, Lehrbuch der Physiologie.

Nach seinen Abbildungen findet sich im Allgemeinen nur eine Spermatogonie zwischen zwei Spermatoblasten, eben so bloß eine Spermatocyte und in doppelter Reihe vier Spermatiden über einander. Bei uns sind in demselben Raum meist zwei, oft sogar mehr Spermatogonien und eben so viele Spermatocyten, ferner eben so viel Übergangsbilder derselben zu Spermatiden, schließlich oft sechs bis acht Spermatiden über einander in mindestens doppelter Reihe zu zählen. Danach nimmt es nicht Wunder, dass man statt der 8—12 Spermatosomen des Säugethierspermatoblasten beim Sperling 40—50 annähernd gleich weit entwickelte Samenkörperchen einer Fußzelle anhängen sieht. Hieraus folgt, dass bei letzterem Objekt auf derselben Fläche viel mehr Spermatozoen gebildet werden, als bei den Säugethieren.

So leicht verständlich in dem Sperlinghoden das Bild eines funktionirenden Samenkanälchens in Betreff seiner zelligen Elemente ist, wenn man Schritt für Schritt seine Entwicklung beobachtet hat, so erheben sich bei seiner Betrachtung andere, mehr physiologische Fragen, die außerordentlich reich sind an Kontroversen und zum Theil noch keine befriedigende Lösung gefunden haben. Wie funktionirt der ganze Hoden? läuft eine Sekretionswelle durch die Kanälchen, so dass wir allmählich die einzelnen Phasen zu Gesicht bekommen, wie Benda und v. Ebner beim Säugethier beobachteten, oder erfolgt die Samensekretion nach irgend einem anderen Modus? Wie geschieht die Erneuerung der Spermatoblasten? wie die Abstoßung der ausgebildeten Spermatosomen?

Was zunächst die Frage nach der topographischen Vertheilung der einzelnen Entwicklungsstadien anlangt, so kommen Benda, v. Ebner und Fürst[1] zu der Überzeugung, dass die einzelnen Stadien schubweise von einer größeren Anzahl benachbarter Zellen durchlaufen werden und dass diese einzelnen Schübe gesetzmäßig neben einander verlaufen, so dass sich also gleichsam Sekretionswellen durch das Kanälchen verfolgen lassen. Benda im Besonderen unterscheidet vier schubweise verlaufende Akte: »1) Vermehrung der Stammzellen (Spermatogonien), 2) Produktion von Samenzellen (Spermatiden) durch einen Theil der Stammzellen, 3) Copulation der Fußzellen mit den Samenzellen, 4) Umwandlung der kopulirten Samenzellen in Spermatozoen.« Und weiter: »Die verschiedenen Akte der Samensekretion greifen in jedem Kanälchenabschnitt gesetzmäßig in einander, derart, dass immer bestimmte Punkte zeitlich sich folgender Sekretionsschübe koincidiren. Wenn wir die Umwandlung einer Samenzelle in ein Sper-

[1] Die Niessing'sche Ansicht über den Sekretionsverlauf, die allem Anschein nach lediglich durch die Beobachtung von Querschnittsbildern gewonnen ist, übergehe ich, da ich gar keine Anknüpfungspunkte finde.

matozoon als Zeitmaß statuiren, fällt: a) mit dem Abschluss jeder Umwandlungsperiode die Vermehrung der Stammzellen zusammen; b) mit dem Beginn der Umwandlungsperiode beginnen die vorbereitenden Veränderungen der Stammzellen für die Samenzellenproduktion; c) die Vorbereitung einer Samenzellenproduktion nimmt immer zwei Umwandlungsperioden in Anspruch, es sind also immer zwei Produktionsschübe gleichzeitig in Vorbereitung; d) mit dem Abschluss jeder Umwandlungsperiode fällt wieder die Vollendung einer Samenzellgeneration zusammen, so dass beim Abschluss der Umwandlung in demselben Kanälchenabschnitt das Material für eine nächste Periode in Bereitschaft liegt.« v. Ebner maß, wie schon erwähnt, den Abschnitt des Kanälchens, in dem alle Phasen der Sekretion sich abspielen und erhielt dafür 32 mm. Was nun im Gegensatz hierzu den Fringillidenhoden anlangt, so liegen die Verhältnisse daselbst vollständig anders. Als wir oben den Bau des Spermatoblasten schilderten, fanden wir, dass mit einer Fußzelle alle Entwicklungsstadien der Spermatogonien mit Ausnahme der letzteren selbst, in Verbindung stehen. Daraus folgt, dass keine Sekretionswellen durch die Kanälchen des Sperlingshodens verlaufen, sondern dass sämmtliche Entwicklungsvorgänge an einem Punkte zum Abschluss gelangen. Die Wellenlänge einer Samensekretionsperiode ist also hier gewissermaßen auf die Distanz zweier benachbarter Zellen zusammengeschrumpft. Die Spermatogonie und ihre ersten Derivate liegen direkt neben den Endprodukten dieses eigenthümlichen Entwicklungsprocesses. Hierin liegt zugleich der Grund, wesshalb der Hoden des Sperlings im mikroskopischen Präparat allenthalben einen so gleichmäßigen Eindruck macht. Ich habe die Ergebnisse Benda's und v. Ebner's an einem Hoden von Cervus elaphus vollständig bestätigt gefunden und war überrascht, auf wie langen Strecken ich den nämlichen Stand der Spermaentwicklung beobachten konnte, bis dann ziemlich schnell sich das Bild vollständig änderte — hier dagegen, beim Sperling, findet man durch den ganzen Hoden hindurch fast überall dieselben Bilder. Einen thätigen Sperlingshoden zerlegte ich in über 1500 Schnitte und hätte an einem Schnitt, ja an einer Einstellung das Nämliche sehen können, wie an allen 1500. Auch hieraus geht hervor, dass auf einmal von derselben Sekretionsfläche bei unseren Vögeln ungleich mehr Spermatozoen hervorgebracht werden können, als bei den Säugethieren, und hierdurch kommen wir zu einer Erklärung der enormen, sprichwörtlich gewordenen, geschlechtlichen Leistungsfähigkeit des Sperlings, wenn er auf der Höhe der Brunft steht. Man denke nur, dass in jedem Spermatoblasten ungefähr 40 Spermatosomen auf annähernd derselben Stufe der Entwicklung stehen, dass die Spermato-

blasten dicht neben einander, etwa 40 auf einem Querschnitt liegen und man wird zu der Überzeugung kommen, dass hier eine Produktion von Spermatosomen möglich wird, welche alle etwaigen Nachtheile, die der Coitus ohne die Immission eines Penis etwa haben könnte, durch die Masse der Zeugungsstoffe ausgleicht.

Weiter fragen wir uns noch nach der Art, wie die Spermatosomen frei werden. Benda antwortet darauf ausweichend, er lässt es unentschieden, ob die Lösung von der Fußzelle spontan oder passiv durch Druck seitens der wuchernden Nachbarelemente erfolgt. v. Ebner hebt ausdrücklich hervor, dass sich im Kanälchen keine Bewegungen der Samenfäden beobachten lassen. Mir selbst ist der eigentliche Ablösungsvorgang unklar geblieben. Man sieht die Übergangsstadien der Spermatiden zu Spermatosomen am weitesten nach dem Inneren des Kanälchens vorgeschoben und die reifsten Samenkörper am meisten der Wand genähert, muss also annehmen, dass die sich umbildende Spermatide oder wenigstens ihr Kern zunächst nach der Wand hin gezogen wird, während das Plasma allem Anscheine nach an dem sich entwickelnden Faden hinabrutscht und zur Bildung des oben beschriebenen Rohres im Kanälchen mitwirkt. Gelegentlich sieht man auch im Vogelhoden Spermatozoen bis an die Wand des Kanälchens reichen, ein Verhältnis, welches Biondi bestimmte, den Übergang einer ganzen Generationssäule zu Spermatozoen zu behaupten. Derartige, wandständige Spermatosomen fand ich nur sehr selten beim Sperling, am ehesten noch an Hoden von im Mai oder später getödteten Thieren, die im Ganzen ärmer sind an Zellen, vielleicht weil in ihnen während der Brutpflege eine Ruhepause in der Produktion eintritt. Nach dem eben Geschilderten kann offenbar der Druck der wuchernden Nachbarelemente eben so gut zum Festhalten der Spermatosomen dienen, wie zum Abstoßen derselben. Noch unklarer wird die Sache, wenn man das weitere Schicksal der Spermatoblasten ins Auge fasst. v. Ebner und Benda sehen beim Säugethier die Spermatosomen sich gleichzeitig vom Spermatoblast loslösen. Damit ist letzterer als solcher natürlich nicht mehr vorhanden, es liegt an seiner Stelle bloß eine Fußzelle mit weichem Protoplasmaleib vor. Benda geht sogar so weit anzunehmen, dass auch die Fußzellen vielfach zu Grunde gehen, wogegen sich v. Ebner energisch sträubt. v. Ebner nimmt wohl mit Recht an, dass die Fußzellen während der ganzen Funktionsdauer des Hodens erhalten bleiben, obwohl er bei seiner Beschreibung des Keimnetzes noch eher eine Erneuerung der Fußzellen wahrscheinlich machen könnte, als Benda, der bloß mitunter das Bild v. Ebner'scher Keimnetze findet. Mir ist es nirgends gelungen, im funktionirenden Kanälchen Theilungen der Fuß-

zellen zu finden. Die Theilungen, welche der Zahl der Fußzellen auf einem Querschnitt nach vorhanden sein müssen, fallen in die Zeit der Spermatocytenbildung, ich trete in Folge dessen auch dafür ein, dass Neubildungen von Fußzellen im funktionirenden Kanälchen nicht vorkommen.

Was das Verschwinden der Spermatoblasten anlangt, so muss ich für den Sperling nach meinen oben dargelegten Befunden einen anderen Modus statuiren, als dies v. Ebner und Benda für die Säugethiere thun.

Die Spermatoblasten verschwinden im funktionirenden Sperlingshoden überhaupt nicht. Die ausgereiften Spermatozoen werden vielmehr abgestoßen oder lösen sich los, worauf dann die nächstreifen an ihre Stelle treten. Gleichzeitig rücken von oben ganz unreife Spermatosomen bezw. Spermatiden in den mittleren Protoplasmastrang des Spermatoblasten ein. Auch die übrigen Zellelemente rücken nach und am unteren peripheren Theile des Spermatoblasten werden neue Spermatocyten bezw. Spermatogonientheilprodukte von Protoplasma umflossen. Die Abstoßung geschieht augenscheinlich einzeln oder nur in kleineren Bündeln, je nachdem die Spermatosomen gleichzeitig reif werden. Man sieht häufig einzelne Samenfäden oder auch Bündel von solchen in der Richtung des Fußzellplasmas nach dem Lumen rücken, dort ihre gleichmäßige Stellung aufgeben und in den im Inneren sichtbaren Strom von Spermatosomen, kleinen Körnchen und Protoplasmaklümpchen eintauchen. Natürlich schlägt hierbei der Faden die Richtung jenes Stromes ein. Dass die reifen Spermatosomen wirklich stets durch die Mitte des Spermatoblasts auswandern, kann man an quergeschnittenen derartigen Gebilden sehr leicht feststellen. Man sieht dabei peripher oft Spermatiden, beziehentlich deren erste Umwandlungsstadien, central quer geschnittene Schwanzfäden von Spermatosomen und innerhalb derselben quer geschnittene Köpfe von auswandernden Samenkörperchen, Bilder also, die sehr dafür sprechen, dass die Lösung der Spermatosomen aus eigener Initiative erfolgt.

Da die weiteren Vorgänge im Sperlingshoden einer besonderen, auf die Rückbildungserscheinungen hinzielenden Untersuchung angehören, so sind wir am Ende unserer Aufgabe angelangt und können nun die im Hoden des Sperlings stattfindenden Entwicklungsprocesse in folgenden Worten kurz wiederholen:

Der ruhende Hoden des ausgewachsenen Sperlings, welcher sich histologisch so verhält wie der des Nesthockers, zeigt zwei Arten von Zellen: Fußzellen und Spermatogonien. Die letzteren liegen in von protoplasmatischen Ausläufern der ersteren gebildeten Kavernen. Beide Zellenarten vermehren sich, das Kanälchen vergrößert seinen Quer-

schnitt und die Spermatogonien liefern als erste Zellart von abweichendem Habitus die Spermatocyten. Dadurch dass dieselben vom Fußzellprotoplasma umflossen werden (Copulation nach Benda[1]), entstehen die jugendlichsten Spermatoblasten. In diesen Spermatoblasten, welche einen Zellmantel mit einem protoplasmatischen Inhalt, an dessen einem Ende der Fußzellkern sitzt, darstellen, zerfallen nun die obersten Zellen — Spermatocyten — nach mehreren Übergangsstufen in Spermatiden, und diese fangen an, sich in Spermatosomen umzubilden. Jetzt wird die Vereinigung der Spermatiden mit der Protoplasmaachse eine innigere, die jungen Spermatosomen dringen in der Plasmaachse nach der Kanälchenwand vor, sie reifen vollends, lösen sich einzeln oder partienweise los und ihr Platz wird sofort von dem jüngeren Nachschub eingenommen, während alle Zellen des Spermatoblasten nachrücken und unten immer neue Spermatocyten an seinen Mantel sich anlegen. Auf diese Weise verläuft die Spermatosomenentwicklung im funktionirenden Sperlingshoden überall gleichzeitig und gleichmäßig und diese höchst intensive Samenfadenbildung ruft eine überaus energische Brunft hervor.

Leipzig, im April 1890.

Erklärung der Abbildungen.

Die Figuren sind zwar ohne Camera lucida, aber mit möglichster Genauigkeit ausgeführt.

Allgemeine Bezeichnungen.

A, Spermatogonie;
B, Fußzelle;
Tp, Tunica propria;
A_1, Spermatocyte;
A_{1-2}, Übergangsstadien der Spermatocyten zu Spermatiden;
A_2, Spermatide;
sp, Entwicklungsstadien der Spermatiden zu Spermatosomen;
spz, Spermatosoma;
sps, Spermatosomenschwanz;
spk, Spermatosomenkopf;
P, centrale, ein Rohr bildende Protoplasmamasse, von Fußzellen und Spermatiden herrührend;
KP, Protoplasma, welches im innersten Theil des Kanälchens schwimmt und die abgelösten Spermatosomen enthält.

Tafel VI.

Fig. 1. Theil eines Samenkanälchenlängsschnittes aus dem Hoden eines am 12. Januar getödteten Sperlings. Pikrokarmin.

Fig. 2. Theil eines Samenkanälchenlängsschnittes aus dem Hoden eines am 22. Januar getödteten Sperlings. Saures Karmin.

Fig. 3. Theil eines Samenkanälchenlängsschnittes aus dem rechten Hoden eines am 12. Februar getödteten Sperlings. Boraxkarmin.

Fig. 4. Theil eines Samenkanälchenlängsschnittes aus dem linken Hoden eines am 6. März getödteten Sperlings. Hämatoxylin.

Fig. 5. Längsschnitt durch eine Wand eines Samenkanälchens aus dem linken Hoden eines am 26. März getödteten Sperlings. Hämatoxylin.

Fig. 6. Eine andere Stelle aus dem nämlichen Hoden.

Fig. 7. Längsschnitt durch die Wand eines Samenkanälchens aus dem linken Hoden eines am 5. April getödteten Sperlings. Hämatoxylin.

Fig. 8. Längsschnitt durch die Wand eines Samenkanälchens aus dem linken Hoden eines am 18. April getödteten Sperlings. Hämatoxylin. Das Bild zeigt einzelne auswandernde Spermatosomen, deren Fäden in die Richtung des Protoplasma-Spermatosomenstromes im Centrum des Kanälchens einlenken.

Fig. 9 *a*. Schrägschnitt durch den Theil eines Spermatoblasts, wo die Spermatiden anfangen sich in Spermatosomen umzubilden. Aus demselben Präparat wie Fig. 8.

Fig. 9 *b*. Querschnitt durch den oberen Theil eines Spermatoblasts aus demselben Präparat. Man sieht quer geschnittene Köpfe auswandernder Spermatosomen inmitten der quer geschnittenen Schwänze reifender Spermatosomen.

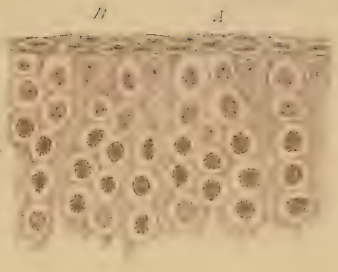
Vita.

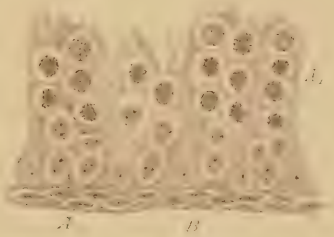
Ich, Franz Isidor Etzold, wurde am 12. Mai 1859 als einziger Sohn des Webermeisters Johann Friedrich August Etzold in Neustadt bei Stolpen geboren. Meinen Elementarunterricht erhielt ich in der Schule meiner Heimatstadt. Von Ostern 1873 bis Ostern 1877 besuchte ich die Realschule zu Pirna und erlangte daselbst den Berechtigungsschein zum Dienst als Einjährig-Freiwilliger. Ostern 1877 trat ich in die Realschule I. O. zu Chemnitz ein und bestand daselbst Ostern 1880 das Maturitätsexamen. Vom 1. April 1880 bis dahin 1881 genügte ich meiner Militärpflicht beim 5. Königl. Sächs. Inf.-Reg. Prinz Friedrich August Nr. 104 und bezog im Sommersemester 1881 die Universität Leipzig. Hier war ich immatrikulirt bis Ostern 1887, wandte mich dem Studium der Naturwissenschaften zu und hörte die Vorlesungen oder arbeitete in den Laboratorien der Herren Professoren und Docenten Carstanjen, Chun, Credner, Fraisse, Hankel, Hofmann, Leuckart, Marshall, Schenk, Wiedemann, Wundt, Zirkel. Allen meinen Lehrern sage ich hiermit meinen herzlichsten Dank.

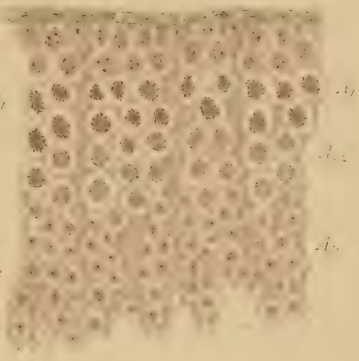
Theils durch äußere Verhältnisse gezwungen, theils aus Neigung wandte ich mich schon in meinen ersten Semestern dem Zeichnen wissenschaftlicher Gegenstände zu und hatte das Glück, mir in den verschiedensten graphischen Methoden einige Fertigkeit aneignen zu können. So angenehm es für mich war, durch diese Thätigkeit zur Selbständigkeit zu gelangen, so schwer wurde es mir, für Privatarbeiten Zeit zu erübrigen, desshalb komme ich erst jetzt — wo ich im Begriff stehe, eine Stelle an der Zoologischen Station in Neapel anzutreten — dazu, die vorliegende Arbeit abzuschließen.

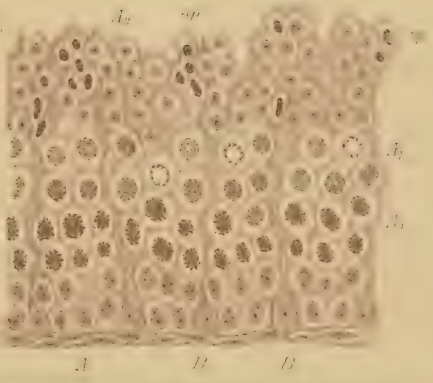
Druck von Breitkopf & Härtel in Leipzig.

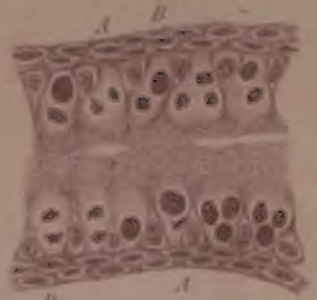
B
A

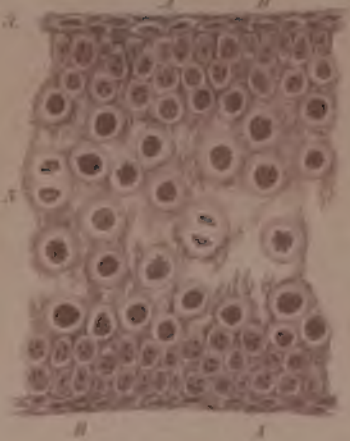

B
A
A1

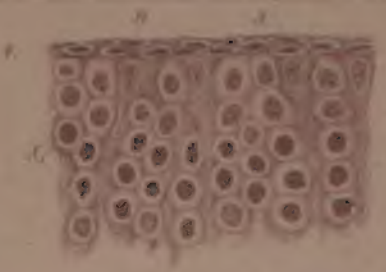

A1
A
B

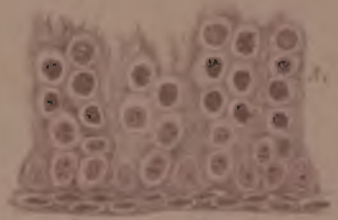

A1
A2
A3
A4

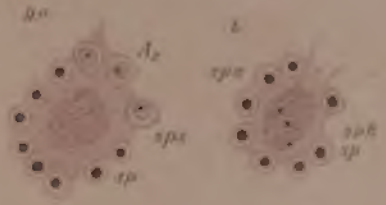

A2
sp
A1
A
B
B

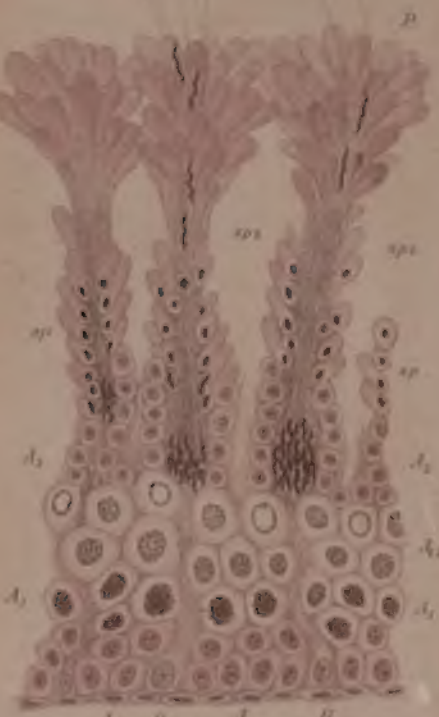


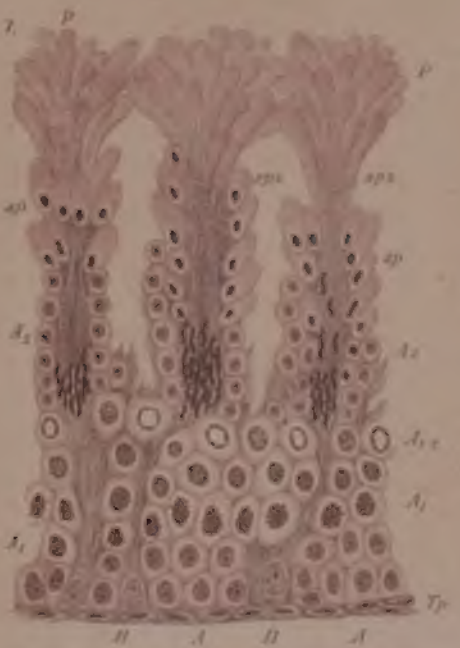


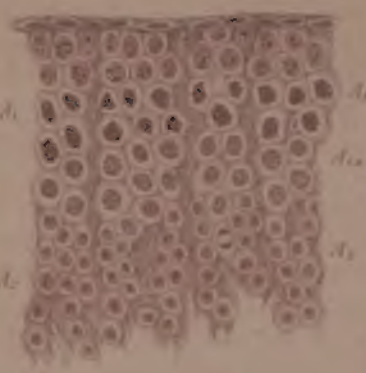


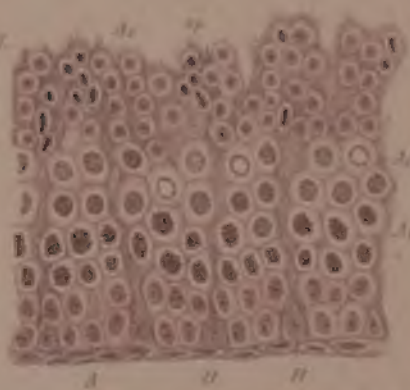












SMITHSONIAN INSTITUTION LIBRARIES
3 9088 00699 9007